Power Q *Plus*

MI 2392

Benutzerhandbuch

Version 1.0, Code-Nr. 20 750 171

METREL®

Händler:

Hersteller:

METREL d.d.
Ljubljanska cesta 77
SI-1354 Horjul

Tel.: +386 1 75 58 200
Fax: +386 1 75 49 226
E-mail: metrel@metrel.si
http://www.metrel.si

CE Das CE-Kennzeichen auf Ihrem Gerät bestätigt, dass dieses Gerät die EU-Richtlinien hinsichtlich Sicherheit und elektromagnetischer Verträglichkeit erfüllt.

© 2004 Metrel

Kein Teil dieser Veröffentlichung darf in irgendeiner Form oder durch irgendein Mittel ohne schriftliche Erlaubnis von METREL reproduziert oder verwertet werden.

1 Power Q Plus MI 2392 6
1.1 Hauptmerkmale 6
1.2 Sicherheitshinweise 7
1.3 Anwendbare Standards 8

2 Beschreibung 9
2.1 Bedienoberfläche 9
2.2 Anschlussplatte 10
2.3 Ansicht von Unten 11
2.4 Zubehör 11
2.4.1 Standard Ausrüstung 11
2.4.2 Optional Zubehör 11

3 Technische Daten 12
3.1 Messsystem 12
3.2 Messungen 12
3.2.1 Spannung 12
3.2.2 Strom 12
3.2.3 Frequenz 13
3.2.4 Leistung (W, VA, VAR) 13
3.2.5 Leistungsfaktor 13
3.2.6 Cosinus φ 13
3.2.7 Energie (Wh, VAh, VArh) 13
3.2.8 Spannungsoberschwingungen 14
3.2.9 Stromoberschwingungen 14
3.3 Aufzeichnungen 14
3.3.1 Spannungs- und Stromschreiber 14
3.3.2 Leistungsschreiber 15
3.3.3 Oberschwingungsschreiber 15
3.3.4 Einschaltspitzen 15
3.3.5 Spannungsereignisse 16
3.4 Allgemeine Spezifikationen 16
3.5 Kommunikation 16
3.6 Anzeige 16
3.7 Nichtflüchtiger Speicher 17
3.8 Gleichstromversorgung 17
3.8.1 Einlegen der Batterien in das Gerät 17
3.9 Wartung 18
3.9.1 Batterien 18
3.9.2 Betrachtungen zur Stromversorgung 19
3.9.3 Reinigung 19
3.9.4 Periodische Kalibrierung 20
3.9.5 Service 20
3.9.6 Fehlerbehebung 20

4 Allgemeines 21
4.1 Hauptmenü des Instruments 22
4.2 Einstellungsmenü 23
4.2.1 Instrumenteninfo 23
4.2.2 Messkonfiguration 24
4.2.3 Kommunikation 25

4.2.4 Zeit & Datum....26
4.2.5 Sprache....27
4.2.6 Löschen....27
4.3 Einstellung des Displaykontrasts und der Hinterleuchtung....28
4.3.1 Kontrasteinstellung....28
4.3.2 Aktivierung der Hintergrundbeleuchtung....28

5 U, I, f-Bildschirm....29
5.1 U,I,F-Messfunktion....30
5.1.1 Tabellenbildschirm U,I,f-Messwerte....30
5.1.2 Bildschirm U,I,f – KURVE1 (eine Kurve)....31
5.1.3 Bildschirm U,I,f – KURVE2 (Dualkurve)....32
5.2 U,I,F-Aufzeichnungsfunktion....33
5.2.1 Bildschirm U,I,f – AUFZ.KONFIG. 33
5.2.2 Bildschirme U,I,f – AUFZ.LAUF....35
5.2.3 Bildschirme U,I,f – AUFZ.HALT1....36
5.2.4 Bildschirme U,I,f – AUFZ.HALT2....37

6 Leistung....39
6.1 Leistungsmessfunktionen....39
6.1.1 Leistungsmessung....40
6.1.2 Leistungskurve....41
6.2 Leistungsaufzeichnungsfunktion....42
6.2.1 Einrichtungsbildschirm für die Leistungsaufzeichnung....42
6.2.2 Laufbildschirme für die Leistungsaufzeichnung....43
6.2.3 Haltebildschirme für die Leistungsaufzeichnung....44

7 Harmonische....47
7.1 Oberschwingungsmessfunktion....48
7.1.1 Bildschirm THD-MESSWERTE (Tabelle)....48
7.1.2 Bildschirm THD-KURVE1 (eine Kurve)....49
7.1.3 THD-KURVE2 (Dualkurve)....50
7.2 Oberschwingungsaufzeichnung....51
7.2.1 Einrichtungsbildschirm für die Oberschwingungsaufzeichnung....51
7.2.2 THD-AUFZ.LAUF....52
7.2.3 THD-AUFZ.HALT1....53
7.2.4 THD-AUFZ.HALT2....54

8 Einschaltspitzen....56
8.1 Einrichtung der EInschaltaufzeichnung....56
8.2 Einsch.Aufz.Lauf....58
8.3 Einsch.Aufz.Halt1....59
8.4 Einsch.Aufz.Halt2....60

9 Spannungsereignisse....61
9.1 Einrichtung der spannungsereignisaufzeichnung....61
9.2 Spannungsereignisaufzeichnung....62
9.3 Anhalten der spannungsereignisaufzeichnung....63

10 Phasendiagramm....64
10.1 U-i-Phasendiagramm....64
10.2 Symmetriephasendiagramm....65

11 Energie 66
11.1 Einrichtung der Energiezählung 66
11.2 ENERGIEZÄHLUNG 67
11.3 Anhalten der Energiezählung 67

12 Speicherliste 69

13 Anschluss an Stromversorgungsnetze 70
13.1 Allgemeine Empfehlungen 70
13.2 Messkonfiguration für strommessungen 72

14 Theorie und interne Funktion 73
14.1 Einführung 73
14.2 Messverfahren 73
14.3 Spannung, Strom und Frequenz (U, I, F) 73
14.4 Leistung 74
14.5 Harmonische 76
14.6 Einschaltspitzen 77
14.7 Spannungsereignisse 78
14.8 Phasendiagramm 79
14.9 Energie 80

15 PowerQ Link PC-Software 81
15.1 Systemanforderungen 81
15.2 Installation von Powerq Link 81
15.2.1 Installieren der PowerQ Link-Software 81
15.2.2 Konfiguration der Power Link-Software 81
15.3 Anschluss des POWER Q *PLUS* instruments an den PC 82
15.4 Vorstellung des POWERQ LINK-Bildschirms 82
15.5 Herunterladen von Daten 83
15.6 Datenanzeige 86
15.6.1 Verfügbare Funktionen 86
15.6.2 Kurvendiagramm 87
15.6.3 Oberschwingungsdiagramm 88
15.6.4 Aufzeichnungsdiagramm 90
15.6.5 Effektivwert-Tabelle 91
15.6.6 Phasendiagramm 92
15.6.7 Datentabelle 93
15.6.8 Spannungsereignisse 94

1 Power Q Plus MI 2392

Das Power Q Plus MI 2392 ist ein tragbares Multifunktionsgerät für die Messung und Analyse an dreiphasigen Netzen.

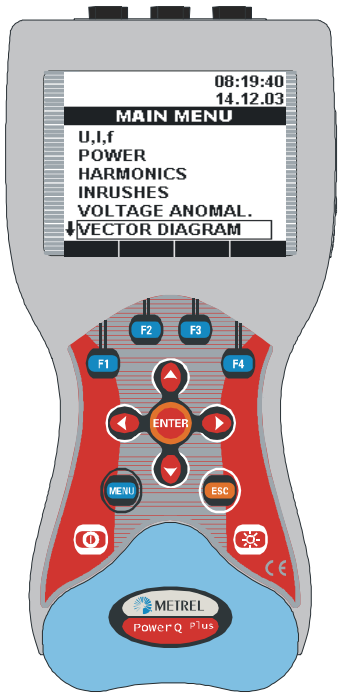


Bild 1.1: Instrument MI2392 – Power Q Plus

1.1 Hauptmerkmale

- Umfassende Echtzeitüberwachung, Aufzeichnung und Analyse von 3-Phasen-Netzen (3φ)
    - Großer Funktionsbereich:

  Echt-Effektivwert der Spannung
  Echt-Effektivwert des Stromes
  Leistung (Watt, VAr und VA)
  Leistungsfaktor
  Vektordiagramm
  Energie
  Leistungskurve
  Oberschwingungsanalyse
  Einschaltspitzen
  Anomalien
- Im Aufzeichnungsmodus werden die Messwerte zur späteren Analyse aufgezeichnet.
- Spezielle Aufzeichnungsmodi zur Überwachung der Qualität des überwachten Versorgungsnetzes:
  Wellenformen,
  Einschaltspitzen

- Grafikmodus für Wellenformen sowohl in Echtzeit als auch zur Analyse gespeicherter Wellenformen
- Klirrfaktoranalyse bis zur 50. Harmonischen sowohl online als auch für aufgezeichnete Daten
- Energieüberwachung und -analyse
- Wiederaufladbare Batterien im Gerät
- RS232-Schnittstelle für Anschluss an einen PC
- Windows-Software zur Datenanalyse und Gerätesteuerung

1.2 Sicherheitshinweise

Allgemein

Zur Gewährleistung der Sicherheit bei der Benutzung des Power Q ***Plus*** MI 2392 und zur Minimierung des Risikos einer Beschädigung des Geräts sind folgende allgemeine Warnungen zu beachten:

⚠ **Das Messgerät wurde unter der Maßgabe größtmöglicher Sicherheit für den Anwender entwickelt. Die Verwendung des Geräts in einer Weise, die nicht in diesem Handbuch beschrieben ist, kann das Verletzungsrisiko für den Bediener erhöhen!**

⚠ **Benutzen Sie das Messgerät und/oder Zubehör nicht, wenn Schäden sichtbar sind.**

⚠ **Das Gerät enthält keine durch den Kunden zu wartenden Teile. Nur ein autorisierter Händler darf Reparaturen oder Kalibrierungen am Gerät vornehmen!**

⚠ **Um das Risiko eines elektrischen Schlages bei Arbeiten an elektrischen Anlagen zu vermeiden, sind alle einschlägigen Sicherheitsvorkehrungen zu ergreifen!**

⚠ **Verwenden Sie nur zugelassenes Zubehör, welches Sie bei Ihrem Händler beziehen können.**

⚠ **Das Gerät enthält wiederaufladbare NiCd- oder NiMh-Batterien. Die Batterien dürfen nur durch den gleichen Typ ersetzt werden, wie er auf dem Batteriefachetikett oder in diesem Handbuch festgelegt ist. Verwenden Sie keinesfalls normale Batterien, während das Netzteil/Ladegerät angeschlossen ist. Sie könnten sonst explodieren!**

⚠ **Im Inneren des Geräts bestehen gefährliche Spannungen. Klemmen Sie alle Prüfleitungen ab, ziehen Sie das Netzkabel ab und schalten Sie das Gerät aus, bevor Sie die Abdeckung des Batteriefachs entfernen.**

⚠ **Bei sehr langen Ladezeiten (>16 h) in einer warmen Umgebung (40 °C) kann die Batteriehalterungsschraube die maximal zulässige Berührungstemperatur für Metallteile erreichen. In solch einer Umgebung ist es nicht ratsam, die Batterieabdeckung während oder kurz nach dem Ladevorgang zu berühren.**

⚠ **Die Maximalspannung zwischen einem Phaseneingang und Neutral beträgt 550 V effektiv (nur ein Phaseneingang wird benutzt). Die Maximalspannung zwischen mehreren Phaseneingängen und Neutral beträgt 320 V effektiv (Drei-Phasen-Netz).**

1.3 Anwendbare Standards

Das PowerQ ***Plus*** MI 2392 wurd in Übereinstimmung mit folgenden Europäischen Standards entwickelt:

Sicherheit:

- **EN 61010-1 : 2001**

Elektromagnetische Verträglichkeit (Emission und Störfestigkeit):

- **EN 61326 : 2002**

Messungen gemäß den Europäischen Standards:

- **EN 61000-4-30 Klasse B : 2003**
- **EN 50160 : 1999**

2 Beschreibung

2.1 Bedienoberfläche

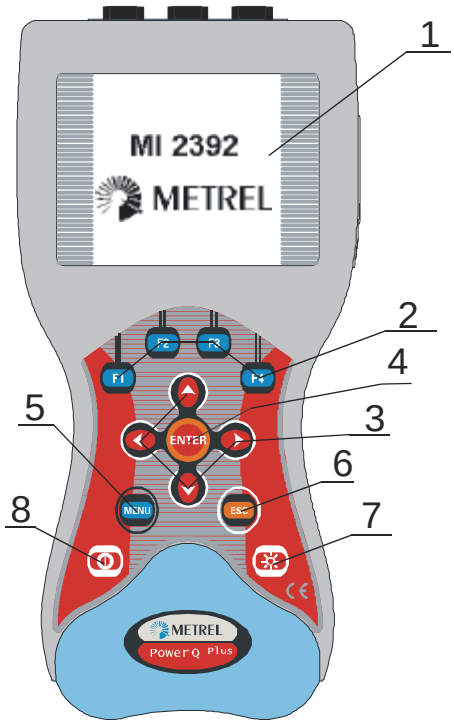
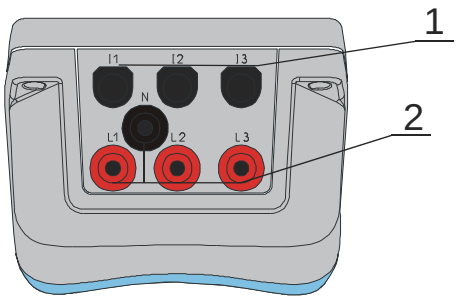


Bild 2.1: Bedienoberfläche

Aufteilung der Bedienoberfläche:

1.	**LCD**	Grafikdisplay mit LED-Hinterleuchtung, 160 x 160 Pixel
2.	**F1 – F4**	Funktionstasten
3.	**Pfeiltasten**	Cursorbewegung und Parameterauswahl
4.	**ENTER-Taste**	Bestätigung neuer Einstellungen, Start von Aufzeichnungen
5.	**MENU-Taste**	Einblendung des Konfigurationsmenüs
6.	**Esc-Taste**	Beenden jedes Vorgangs
7.	**Beleuchtungs-Taste**	LCD-Hinterleuchtung an/aus (die Hinterleuchtung schaltet sich automatisch nach 30 s aus, wenn keine Tastenbetätigung erfolgt ist); Wenn die Beleuchtungstaste länger als 1,5 s gedrückt wird, blendet sich das KONTRAST-Menü ein und der Kontrast kann mit den Pfeiltasten LINKS und RECHTS eingestellt werden.
8.	**EIN/AUS-Taste**	Ein-/Ausschalten des Geräts

2.2 Anschlussplatte



⚠

- Nur Sicherheitsprüfleitungen verwenden!
- Die max. zulässige Spannung zwischen den Eingangsspannungsklemmen und Erde beträgt 600 V effektiv!

Die max. zulässige Spannung zwischen den Eingangsspannungsklemmen und Erde beträgt 600 V effektiv!

Bild 2.2: Anschlussplatte

Aufteilung der Anschlussplatte:

1..... Eingangsklemmen für Zangenstromwandler/Stromwandler (I_1, I_2, I_3)
2..... Eingangsspannungsklemmen (L_1, L_2, L_3, N)

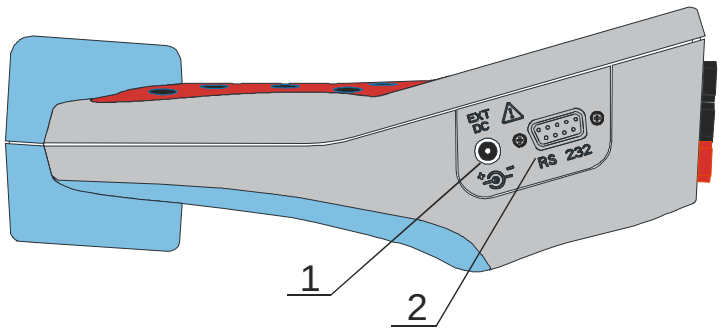


Bild 2.3: Buchse für externe Stromversorgung

1..... Buchse für externe Stromversorgung
2..... Serielle RS232-Schnittstelle DB9

2.3 Ansicht von Unten

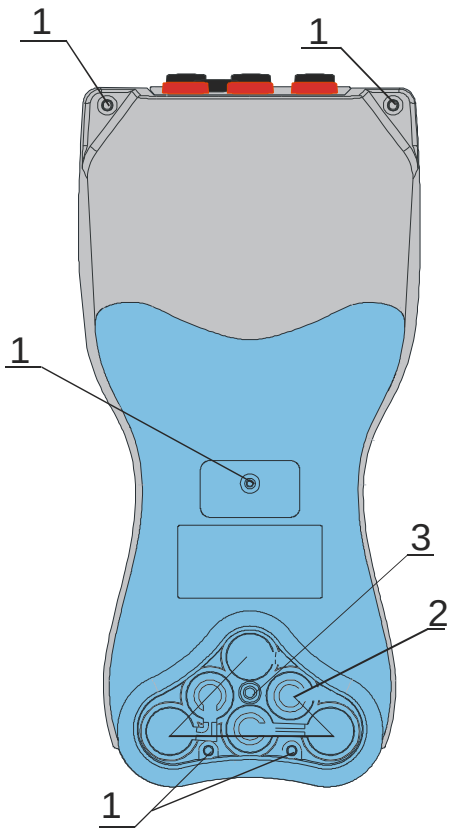


Bild 2.4: Ansicht von unten

Anordnung der Elemente auf der Bodenplatte:

1. Schrauben (sind zur Öffnung des Geräts zu entfernen)
2. Batteriefach
3. Batteriefachschraube (ist zum Auswechseln der Batterie abzuschrauben)

2.4 Zubehör

2.4.1 Standard Ausrüstung

Die standard Ausrüstung finden Sie im Anhang.

2.4.2 Optional Zubehör

Die Zubehörliste finden Sie Im Anhang. Das Zubehör ist über Ihrem Distributor erhältlich.

3 Technische Daten

3.1 Messsystem

Konfiguration	3-Phasen, jeweils 3 Strom- und Spannungseingänge	
Abtastrate	5120 Hz bei 50 Hz	
Grundberechnungsraten (MESS-, KURVEN-, AUFZEICHNUNGS-MODUS)	U,I,f	200 ms, ohne Lücken
	Harmonische	200 ms, 1,5/s
	Leistung	200 ms, ohne Lücken
	Energie	200 ms, ohne Lücken

3.2 Messungen

Hinweis:
In dieser Spezifikation wird der Fehler von Spannungs- und Strommessumformern nicht berücksichtigt!

3.2.1 Spannung

Eingangsspannungsbereich: Lx-N 550 $V_{eff.}$ (1-Phasen-Netz), 320 $V_{eff.}$ (3-Phasen-Netz, 4 Leiter)

Lx-Ly 550 $V_{eff.}$

Eingangsimpedanz: Lx-N 3 MΩ, Lx-Ly 3 MΩ

Echt-Effektivwert, AC und DC, Lx-N- und Lx-Ly-Anschluss

Messbereich (Anzeige)	Auflösung	Genauigkeit	Scheitel-faktor
Bereich 1: 3,0 (0,0) $V_{eff.}$ ÷ 70,0 $V_{eff.}$	0,1 V	±(1 % + 0,5 V)	1,4 min
Bereich 2: 5,0 (0,0) $V_{eff.}$ ÷ 130,0 $V_{eff.}$		±(1 % +0,8 V)	
Bereich 3: 10,0 (0,0) $V_{eff.}$ ÷ 300,0 $V_{eff.}$		±(1 % +1,5 V)	
Bereich 4: 20,0 (0,0) $V_{eff.}$ ÷ 550,0 $V_{eff.}$		±(1 % +2,5 V)	

3.2.2 Strom

Eingangsimpedanz: 1 MΩ

Echt-Effektivwert, AC und DC

Messbereich (Anzeige)	Auflösung	Genauigkeit	Scheitel-faktor
Bereich 1: 4,0 (0,0) $mV_{eff.}$ ÷ 100 $mV_{eff.}$ (4 ÷ 100) A*	0,1 A	±(2 % + 0,3 A)	2,3 min
Bereich 2: 0,04 (0,00) $V_{eff.}$ ÷ 1 $V_{eff.}$ (40 ÷ 1000) A*		±(2 % +3 A)	

* mit Stromzange A1033

3.2.3 Frequenz

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
45,00 Hz bis 66,00 Hz	10 mHz	±(0,5 % + 0,02 Hz)

3.2.4 Leistung (W, VA, VAR)

Produkt aus U Bereich, U Eing.K, I Bereich und I Eing.K	Messbereich (W, VA, Var)	Auflösung (W, VA, Var)	Genauigkeit	Bemerkung
7 ÷ 999	0,000 k ÷ 0,999 k	1	±(3 % + 3 Digits)	Vierquadranten-ergebnisse
1.000 ÷ 9.999	0,00 k ÷ 9,99 k	10		
10.000 ÷ 999.999	0,0 k ÷ 999,9 k	100		
1.000.000 ÷ 9.999.999	0,000 M ÷ 9,999 M	1 k		
10.000.000 ÷ 99.999.999	0,00 M ÷ 99,99 M	10 k		
100.000.000 ÷ 999.999.999	0,0 M ÷ 999,9 M	100 k		
1.000.000.000 ÷ 9.999.999.999	0,000 G ÷ 9,999 G	1 M		
10.000.000.000 ÷ 40.000.000.000	0,00 G ÷ 40,00 G	10 M		

3.2.5 Leistungsfaktor

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit	Bemerkung
0,00 ÷ 1,00	0,01	±0,03	Vierquadranten-ergebnisse

3.2.6 Cosinus φ

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit	Bemerkung
0,00 ÷ 1,00	0,01	±0,03	Vierquadranten-ergebnisse

3.2.7 Energie (Wh, VAh, VArh)

Produkt aus U Bereich, U Eing.K, I Bereich und I Eing.K	Messbereich (Wh, VAh, Varh)	Auflösung (Wh, VAh, Varh)	Genauigkeit	Bemer-kung
7 ÷ 999			±(3 % + 3 Wh)	

1.000 ÷ 9.999	0,000 k ÷ 40.000.000,000 k	1	±(3 % + 30 Wh)	Vierqua-dranten-ergebnis-se
10.000 ÷ 999.999			±(3 % + 300 Wh)	
1.000.000 ÷ 9.999.999			±(3 % + 3 kWh)	

10.000.000 ÷ 99.999.999	0,000 k ÷ 40.000.000,000 k	1	±(3 % + 30 kWh)	Vierqua-dranten-ergebnisse
100.000.000 ÷ 999.999.999			±(3 % + 300 kWh)	
1.000.000.000 ÷ 9.999.999.999			±(3 % + 3 MWh)	
10.000.000.000 ÷ 40.000.000.000			±(3 % + 30 MWh)	

3.2.8 Spannungsoberschwingungen

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
$U_M > 3\ \% U_N$	0,1 %	5 % U_M (3 % bei DC)
$U_M < 3\ \% U_N$	0,1 %	0,15 % U_N

U_N: Nennspannung (Echt-Effektivwert)
U_M: gemessene Oberschwingungsspannung h_M: 1. bis 50. Harmonische

3.2.9 Stromoberschwingungen

Oberschwingungs-bereich	Auflösung	Genauigkeit
$I_M > 3\ \% I_N$	0,1 %	5 % I_M (3 % bei DC)
$I_M < 3\ \% I_N$	0,1 %	0,15 % I_N

I_N: Nennbereich (Echt-Effektivwert)
I_M: Oberschwingungsstrom h_M: 1. bis 50. Harmonische

3.3 Aufzeichnungen

3.3.1 Spannungs- und Stromschreiber

Signale: auswählbar U1, U2, U3, I1, I2, I3
Intervall: auswählbar, (1, 2, 5, 10, 15, 30) s, (1, 2, 5, 10, 15, 30) min
Schreiblänge: abhängig vom ausgewählten Intervall (die berechnete Zeit wird angezeigt)
Angezeigte Daten: Durchschnitt, Min. und Max. des Intervalls
Genauigkeit: siehe Abschnitt „Technische Daten /Spannung, Strom

3.3.2 Leistungsschreiber

Signale: auswählbar L1, L2, L3, TOT
Intervall: auswählbar, (1, 2, 5, 10, 15, 30) s, (1, 2, 5, 10, 15, 30) min
Schreiblänge: abhängig vom ausgewählten Intervall (die berechnete Zeit wird angezeigt)
Angezeigte Daten: Mittelwert, Min. und Max. des Intervalls (für alle vier Quadranten)
Genauigkeit: siehe Abschnitt „**Technische Daten / Leistung**“

3.3.3 Oberschwingungsschreiber

Signale: auswählbar THDI1, THDI2, THDI3, THDU1, THDU2, THDU3
Intervall: auswählbar, (1, 2, 5, 10, 15, 30) s, (1, 2, 5, 10, 15, 30) min
Schreiblänge: abhängig vom ausgewählten Intervall (die berechnete Zeit wird angezeigt)
Angezeigte Daten: Mittelwert, Min. und Max. des Intervalls (für alle vier Quadranten)
Genauigkeit: siehe Abschnitt „Technische Daten /Spannungs- und Stromoberschwingungen

3.3.4 Einschaltspitzen

Signale: auswählbar U1, U2, U3, I1, I2, I3
Intervall: auswählbar (10, 20, 100, 200) ms
Auslösekanäle: I1, I2, I3
Auslösepegel: auswählbar, 2% ÷ 100 % des Strombereichs (in Schritten zu 0,1% des Strombereichs)
Schreiblänge: abhängig vom ausgewählten Intervall (die berechnete Zeit wird angezeigt)
Angezeigte Daten: Durchschnitt, Min. und Max. des Intervalls

Spannung

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit	Scheitel-faktor
Bereich 1: 5,0 $V_{eff.}$ ÷ 70,0 $V_{eff.}$	0,1 V	±(5 % +1 V)	1,4 min
Bereich 2: 10,0 $V_{eff.}$ ÷ 130,0 $V_{eff.}$		±(5 % +1,5 V)	
Bereich 3: 20,0 $V_{eff.}$ ÷ 300,0 $V_{eff.}$		±(5 % + 3 V)	
Bereich 4: 30,0 $V_{eff.}$ ÷ 550,0 $V_{eff.}$		±(5 % + 5 V)	

Strom

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit	Scheitel-faktor
Bereich 1: 4,0 (0,0) $mV_{eff.}$ ÷ 100 $mV_{eff.}$ (4 ÷ 100) A	0,1 A	±(5 % +0,6 A)	2,3 min
Bereich 2: 0,04 (0,00) $V_{eff.}$ ÷ 1 $V_{eff.}$ (40 ÷ 1000) A		±(5 % + 6 A)	

3.3.5 Spannungsereignisse

Signale:	auswählbar U1, U2, U3
Anstiegsgrenze:	(1 % ÷ 35 %) .U_N
Abfallgrenze:	(-35 % ÷ -1 %) . U_N
Unterbrechungsgrenze:	(1 % ÷ 20 %) . U_N
Schreibzeit:	manueller Halt, (1, 2, 5, 10, 30) min, (1, 2, 5, 10, 30, 50, 75) h
Hysterese:	1% von U_N

Spannung

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit	Scheitel-faktor
Bereich 1: 5,0 $V_{eff.}$ ÷ 70,0 $V_{eff.}$	0,1 V	±(5 % +1 V)	1,4 min
Bereich 2: 10,0 $V_{eff.}$ ÷ 130,0 $V_{eff.}$		±(5 % +1,5 V)	
Bereich 3: 20,0 $V_{eff.}$ ÷ 300,0 $V_{eff.}$		±(5 % + 3 V)	
Bereich 4: 30,0 $V_{eff.}$ ÷ 550,0 $V_{eff.}$		±(5 % + 5 V)	

3.4 Allgemeine Spezifikationen

Betriebstemperaturbereich:	-10 °C ÷ +55 °C
Lagertemperaturbereich:	-20 °C ÷ +70 °C
Max. Luftfeuchte:	95 % rel. Luftfeuchte (0 °C ÷ 40 °C), nicht kondensierend
Verschmutzungsgrad:	2
Schutzklasse:	doppelte Isolierung
Überspannungskategorie:	Spannungseingänge: CAT III 600 V
Schutzgrad:	IP 42
Abmessungen:	(220 x 115 x 90) mm
Gewicht (ohne Zubehör):	0,65 kg
Externe Gleichstromversorgung:	12 V, 400 mA min
Max. Leistungsaufnahme:	360 mA

3.5 Kommunikation

Kommunikationstyp:	Serielle RS232-Schnittstelle
Baudrate:	2400 ÷ 115200 Baud
Anschluss:	9-poliger D-Verbinder

3.6 Anzeige

Display:	Flüssigkristall-Grafikdisplay mit Hintergrundbeleuchtung 160 x 160 Pixel

3.7 Nichtflüchtiger Speicher

512 kB Flash

3.8 Gleichstromversorgung

Interne NiCd- oder NiMh-Batterien, 6x 1,2 V, wiederaufladbar, Größe AA, bieten volle Funktionsfähigkeit für bis zu 12 h.
Die Nennladezeit beträgt 16 Stunden. Die Ladezeit und die Betriebsstunden gelten für Batterien mit einer Nennkapazität von 2100 mAh.

⚠ Nur das von Metrel gelieferte Ladegerät verwenden!
⚠ Bei Benutzung der Standardbatterien Netzadapter abziehen!

3.8.1 Einlegen der Batterien in das Gerät

1. Sicherstellen, dass der Netzadapter/das Ladegerät und Messleitungen abgezogen sind und das Gerät ausgeschaltet ist.
2. Batterien wie in der Abbildung unten einlegen (Batterien richtig einlegen, sonst funktioniert das Gerät nicht, und die Batterien könnten entladen oder beschädigt werden).

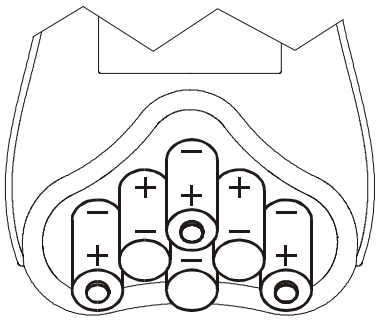


Bild 3.1: Batteriewechsel

3. Display-Seite des Geräts nach unten drehen, so dass sie auf einem niedrigeren Niveau als das Batteriefach ist (*Bild 3.2*) und Abdeckung auf die Batterien legen.

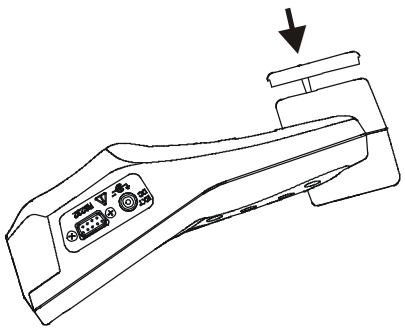


Bild 3.2: Schließen des Batteriefachs

4. Abdeckung auf das Gerät schrauben.

Wenn das Instrument über einen längeren Zeitraum nicht benutzt wird, alle Batterien aus dem Batteriefach nehmen. Die mitgelieferten Batterien können das Gerät ca. 12 h lang versorgen.

⚠ Warnungen

- **Wenn Batteriezellen ausgewechselt werden müssen, Gerät vor Öffnung der Batteriefachabdeckung ausschalten!**
- **Im Inneren des Geräts bestehen gefährliche Spannungen. Vor Abnahme der Batteriefachabdeckung alle Prüfleitungen abklemmen und das Stromversorgungskabel abziehen!**
- **Nur das vom Hersteller oder Händler des Prüfgeräts gelieferte Netzteil/Ladegerät verwenden, um mögliche Brände oder Stromschlag zu vermeiden.**
- **Es werden wiederaufladbare NiCd- oder NiMH-Batterien (Größe AA) empfohlen. Die Angaben für Ladezeit und Betriebsstunden gelten für Batterien mit einer Nennkapazität von 2100 mAh.**
- **Auf keinen Fall normale Batterien benutzen, während das Netzteil/Ladegerät angeschlossen ist. Sie könnten sonst explodieren!**
- **Keine Kombination aus Batterien verwenden, die sich vom Typ und Fabrikat sowie vom Alterungs- oder Ladezustand her unterscheiden!**
- **Beim erstmaligen Laden der Batterien sicherstellen, dass die Ladezeit mindestens 16 Stunden beträgt, bevor das Gerät eingeschaltet wird.**

3.9 Wartung

3.9.1 Batterien

Das Gerät enthält wiederaufladbare NiCd- oder NiMh-Batterien. Diese Batterien dürfen nur durch den gleichen Typ ersetzt werden, wie er auf dem Batteriefachetikett oder in diesem Handbuch festgelegt ist.

Wenn die Notwendigkeit des Batterieaustausches besteht, müssen alle 6 Batterien auf einmal ausgewechselt werden. Es muss sichergestellt sein, dass die Batterien mit der richtigen Polarität eingelegt werden. Eine falsche Polarität kann die Batterien und/oder das Gerät beschädigen.
Möglicherweise bestehen besondere Umweltschutzvorschriften für die Entsorgung der Batterien. Diese müssen befolgt werden.

VORKEHRUNGEN ZUM AUFLADEN NEUER BATTERIEN ODER VON BATTERIEN, DIE ÜBER EINE LÄNGERE ZEIT NICHT BENUTZT WURDEN
Während des Ladens neuer Batterien oder von Batterien, die über eine längere Zeit (länger als 3 Monate) nicht benutzt wurden, können unvorhersehbare chemische Prozesse auftreten. NiMH- und NiCd-Batterien sind unterschiedlich betroffen (dieser Effekt wird manchmal Memory-Effekt genannt). Infolgedessen kann die Betriebszeit des Instruments bei den ersten Lade-/Entlade-Zyklen wesentlich verkürzt sein.

Daher wird Folgendes empfohlen:
- Vollständiges Laden der Batterien (mindestens 14 h mit eingebautem Ladegerät);
- Vollständige Entladung der Batterien (kann bei der normalen Arbeit mit dem Instrument erfolgen);
- Mindestens zweimalige Wiederholung des Lade-/Entlade-Zyklusses (vier Zyklen werden empfohlen).
Bei der Verwendung externer, intelligenter Batterieladegeräte wird automatisch ein Entlade-/Lade-Zyklus durchgeführt.

Nach Durchführung dieses Verfahrens ist die normale Batteriekapazität wiederhergestellt. Die Betriebszeit des Instruments entspricht nun den Angaben in den technischen Daten.

Hinweise
Das Ladegerät im Instrument ist ein sogenanntes Zellenpack-Ladegerät. Das bedeutet, dass die Batterien während des Ladens in Reihe geschaltet sind. Daher müssen alle Batterien in ähnlichem Zustand vorliegen (ähnlicher Ladezustand, gleicher Typ und gleiches Alter).
Eine einzige Batterie im schlechten Zustand (oder eine von einem anderen Typ) kann eine untaugliche Ladung des gesamten Batteriepacks bewirken (Erwärmung des Batteriepacks, wesentlich verkürzte Betriebszeit).

Wenn nach Durchführung mehrerer Lade-/Entladezyklen keine Verbesserung erreicht wird, sollte der Zustand der einzelnen Batterien bestimmt werden (durch Vergleich der Batteriespannungen, deren Überprüfung in einem Zellenladegerät etc.). Es ist sehr wahrscheinlich, dass sich nur einige der Batterien verschlechtert haben.

Die oben beschriebenen Effekte dürfen nicht mit der normalen Minderung der Batteriekapazität über die Zeit verwechselt werden. Alle aufladbaren Batterien verlieren durch wiederholte Ladung/Entladung einiges an ihrer Kapazität. Die tatsächliche Kapazitätsverminderung als Funktion der Ladezyklen hängt vom Batterietyp ab und wird in den technischen Daten des Batterieherstellers angegeben.

3.9.2 Betrachtungen zur Stromversorgung

Bei Benutzung des vom Hersteller gelieferten Netzteils/Ladegeräts A1083 ist das Gerät sofort nach dem Einschalten betriebsbereit. Gleichzeitig werden die Batterien geladen. Die Nennladezeit beträgt 16 h.
Die Batterien werden immer dann geladen, wenn das Netzteil/Ladegerät an das Instrument angeschlossen ist. Ein eingebauter Schutzstromkreis steuert den Ladevorgang und gewährleistet die maximale Lebensdauer der Batterien.
Bleibt das Gerät länger als 10 Minuten ohne Batterien und Ladegerät werden die Uhrzeit- und Datumseinstellung zurückgesetzt.

3.9.3 Reinigung

Zur Reinigung der Geräteoberfläche ist ein weiches Tuch zu benutzen, das leicht mit Seifenwasser oder Alkohol angefeuchtet ist. Das Gerät ist danach vor der Benutzung vollständig abtrocknen zu lassen.

- **Keine Flüssigkeiten auf der Basis von Benzin oder Kohlenwasserstoffen verwenden!**
- **Keine Reinigungsflüssigkeit über das Gerät schütten!**

3.9.4 Periodische Kalibrierung

Für genaue Messungen ist die regelmäßige Kalibrierung des Geräts wichtig. Bei häufiger täglicher Benutzung wird eine Kalibrierung alle 6 Monate empfohlen. Ansonsten reicht eine jährliche Kalibrierung aus.

3.9.5 Service

Für Garantie- und sonstige Reparaturen wenden Sie sich bitte an Ihren Metrel-Händler.

3.9.6 Fehlerbehebung

Wenn die *Esc*-Taste beim Einschalten des Geräts gedrückt ist, schaltet sich das Gerät nicht ein. Sie müssen die Batterien herausnehmen und wieder einsetzen. Danach startet das Gerät normal.

Herstelleradresse:

METREL d.d.
Ljubljanska 77,
SI-1354 Horjul,
Slovenia

Tel: +(386) 1 75 58 200
Fax: +(386) 1 75 49 095
Email: metrel@metrel.si
http://www.metrel.si

4 Allgemeines

Dieser Abschnitt beschreibt die Bedienung des Instruments.

Die Bedienoberfläche des Instruments besteht aus einem LCD-Grafikdisplay und einem Tastenfeld. Messdaten und der Gerätestatus werden auf dem Display angezeigt.

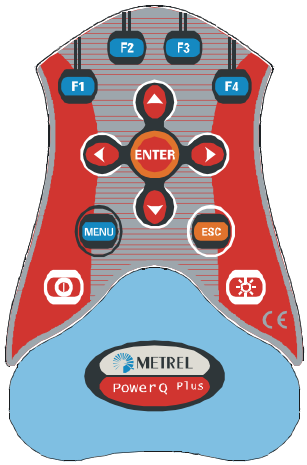


Bild 4.1: Tastenfeld

F1	Einfrieren der Anzeige bei den MESSWERT- und KURVEN-Funktionen; Start, Stopp und Speicherung von Aufzeichnungen bei den AUFZEICHNUNGSFUNKTIONEN; Umschaltung zur vorherigen Speicherposition im SPEICHERLISTEN-Modus
F2	Umschaltung zwischen der Anzeige verfügbarer Spannungs-, Strom- und Leistungssignale bei den Funktionen MESSWERTE, KURVE und AUFZEICHNUNG (außer LEISTUNGSAUFZEICHNUNG); Umschaltung zwischen der Anzeige verfügbarer Leistungssignale bei der LEISTUNGSAUFZEICHNUNG; Löschen der aktuell ausgewählten Speicherstelle
F3	Speicherung der eingefrorenen Anzeige bei den Funktionen MESSWERTE und KURVE; Löschen der gerade beendeten Aufzeichnung in den AUFZEICHNUNGS-Modi; Auswahl und Abwahl von Kanälen in den Einstellmodi für AUFZEICHNUNGEN; Umschaltung zwischen der Anzeige der Aufzeichnungen und der Einstellungen während der Aufzeichnungsfunktion; Umschaltung zur nächsten Speicherposition im SPEICHERLISTEN-Modus
F4	Umschaltung zwischen den Bildschirmen KURVE, MESSWERTE, AUFZEICHNUNG; Umschaltung zwischen Motor- und Generatorsignalen bei der LEISTUNGSAUFZEICHNUNG; Anzeige der aktuell ausgewählten Speicherposition im SPEICHERLISTEN-Modus
ENTER	Umschaltung zwischen der Anzeige von Spannungen, Strömen und Strom-Spannungs-Paaren bei den Funktionen KURVE und AUFZEICHNUNG (außer LEISTUNGSAUFZEICHNUNG); Umschaltung zwischen der Anzeige ungerader, gerader und aller Harmonischen

	Skalierung der angezeigten Wellenform über die Amplitude in den KURVEN-Bildschirmen; Rollen zu den einzelnen Harmonischen im OBERSCHWINGUNGS-Modus; Rollen zu den Speicherpositionen im Modus SPEICHERLISTE; Auswahl des Messmodus oder eines anderen Untermenüs
	Skalierung der angezeigten Wellenform über die Zeit in den KURVEN-Bildschirmen; Rollen des Cursors entlang aufgezeichneter Daten im AUFZEICHNUNGS-Modus
MENU	Öffnen eines Untermenüs
ESC	Beenden eines Vorgangs; Rückkehr zum HAUPTMENÜ
	Hinterleuchtung ein/aus (die Hinterleuchtung schaltet sich automatisch nach 30 s aus, wenn in der Zwischenzeit keine Tastenbetätigung erfolgt ist und das Gerät nur über Batterien versorgt wird); Wenn die Beleuchtungstaste länger als 1,5 s gedrückt wird, blendet sich das KONTRAST-Menü ein und der Kontrast kann mit den Pfeiltasten LINKS und RECHTS eingestellt werden.
	Ein- und Ausschalten des Instruments

4.1 Hauptmenü des Instruments

Nach Einschaltung des Instruments wird das HAUPTMENÜ eingeblendet. Von diesem Menü aus können alle Instrumentenfunktionen ausgewählt werden.

Zum Ausschalten des Instruments muss die EIN/AUS-Taste gedrückt werden. Alle aufgezeichneten Daten werden im nichtflüchtigen Speicher gehalten.

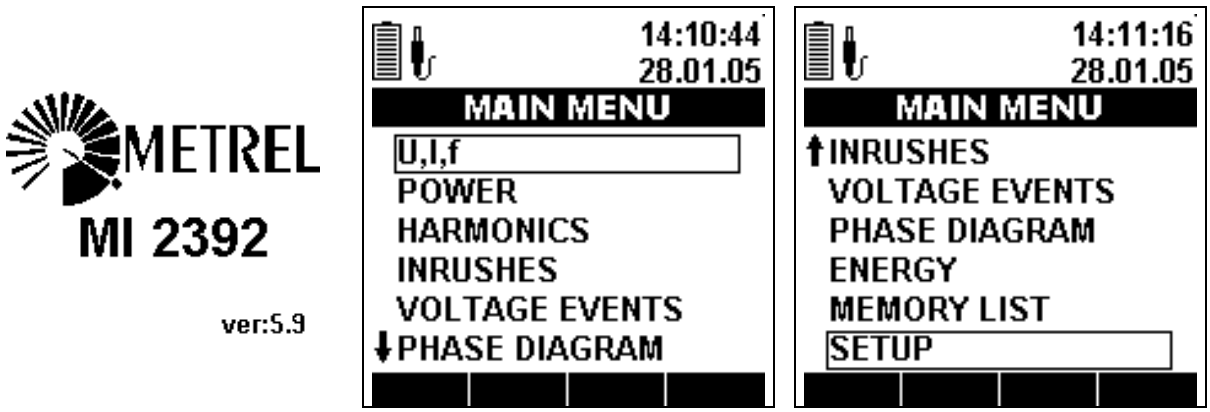


Bild 4.2: HAUPTMENÜ

Tasten:

	Funktionsauswahl im HAUPTMENÜ
ENTER	Eingabe der ausgewählten Funktion

4.2 Einstellungsmenü

Mit dem Menü EINSTELLUNGEN können allgemeine Geräteparameter überprüft, konfiguriert und gespeichert werden

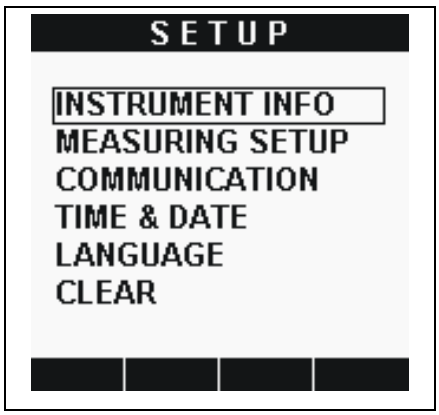


Bild 4.3: Menü EINSTELLUNGEN

Optionen:

Instrumenteninfo	Informationen über das Gerät
Messkonfigurat.	Auswahl von Messparametern
Kommunikation	Auswahl der Baudrate für die Kommunikation
Zeit & Datum	Einstellung der Uhrzeit und des Datums
Sprache	Sprachauswahl
Löschen	Löschen des Speichers oder der Energiezähler

Tasten:

	Funktionsauswahl im Menü EINSTELLUNGEN
	Eingabe des ausgewählten Punktes
	Rückkehr zum HAUPTMENÜ

4.2.1 Instrumenteninfo

In diesem Menü können grundlegende Informationen über das Instrument betrachtet werden: Firma, Benutzerdaten, Seriennummer, Firmware-Version und Hardware-Version.

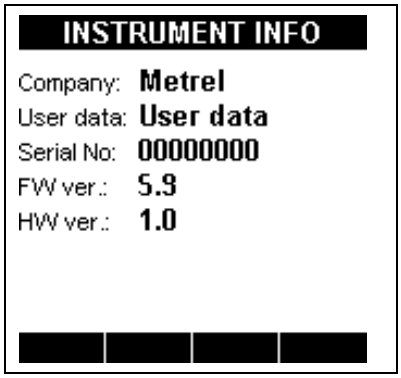


Bild 4.4: Bildschirm INSTRUMENTENINFO

Tasten:

ESC	Rückkehr zum Menü EINSTELLUNGEN

4.2.2 Messkonfiguration

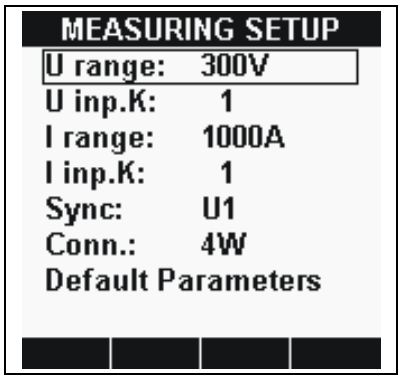


Bild 4.5: Bildschirm MESSKONFIGURAT.

	Beschreibung	
U Bereich	Eingangs-spannungsbereich	Eingangsspannungsbereiche (70 V, 130 v, 300 V und 550 V)
U Eing. K	Spannungs-übersetzungs-verhältnis	Skalierungsfaktor der Spannungseingänge: Durch die Benutzung dieses Faktors werden externe Spannungswandler oder Spannungsteiler berücksichtigt, so dass sich die Messwerte auf Primärwerte beziehen. Beispiel: Für einen 11 kV/110 V-Wandler muss der Skalierungsfaktor auf 100 gestellt werden. Der voreingestellte Standardwert beträgt 1 (kein externes Gerät benutzt). Bei den Bereichen 300 V und 550 V wird der K-Faktor automatisch auf 1 gesetzt. Der Maximalwert ist auf 4000 begrenzt. Der angezeigte volle Spannungsbereich beträgt $U_{Nenn} * U_{Eing.K.}$.

I Bereich	Eingangsstrom-bereich	Eingangsstrombereich (100 A - entspricht einem Eingangssignal von 0,1 V, 1000 A - entspricht einem Eingangssignal von 1 V).
I Eing. K	Stromübersetzungs-verhältnis	Skalierungsfaktor der Stromeingänge: Durch die Benutzung dieses Faktors werden externe Stromwandler oder Stromteiler berücksichtigt, so dass sich die Messwerte auf Primärwerte beziehen. Der voreingestellte Standardwert beträgt 1 (kein externes Gerät benutzt). Der Maximalwert ist auf 2000 begrenzt. Der kleinste Wert beträgt 0,001. Der angezeigte volle Strombereich beträgt I_{Nenn} * $I_{Eing.K.}$.
Sync	Frequenz-synchronisations-eingang	Frequenzsynchronisationseingang (U1, U2, U3, I1, I2 oder I3); U1 wird als Voreinstellung benutzt.
Schaltung	Art der Spannungs-schaltung	Anschlussmethode des Geräts an 3-Phasen-Netze **4-L**: 3-Phasen-Netz mit 4 Leitern (mit Neutralleiter); alle Spannungs- und Stromeingänge werden benutzt. **3-L**: 3-Phasen-Netz mit 3 Leitern (ohne Neutralleiter); drei Stromwandler werden verwendet.
Standardparameter	Standardmess-parameter	U Bereich: 300 V; U Eing.K: 1; I Bereich: 1000 A; I Eing. K: 1; Sync: U1; Schaltung: 4-L

Tasten:

	Wechseln des Eingangsspannungsbereichs
	Auswahl von Messparametern
	Bestätigung der ausgewählten Geschwindigkeit
	Rückkehr zum Menü EINSTELLUNGEN

4.2.3 Kommunikation

In diesem Menü kann die Geschwindigkeit der RS232-Kommunikation eingestellt werden.

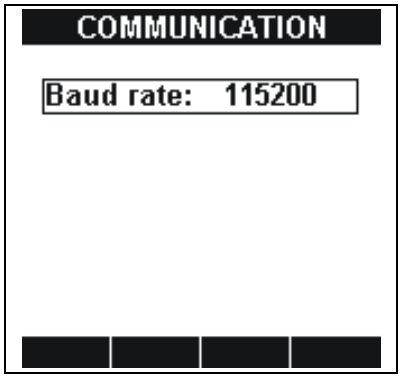


Bild 4.6: COMMUNICATION screenBildschirm KOMMUNIKATION

Tasten:

	Änderung der Kommunikationsgeschwindigkeit von 1200 Baud auf 115200 Baud
	Bestätigung der ausgewählten Geschwindigkeit
	Rückkehr zum Menü EINSTELLUNGEN

4.2.4 Zeit & Datum

In diesem Menü kann die Zeit und das Datum eingestellt werden.

Bild 4.7: TIME & DATE screenBildschirm ZEIT & DATUM

Tasten:

	Auswahl von Stunde, Minute, Sekunde, Tag, Monat oder Jahr zur Einstellung
	Änderung des Wertes für den ausgewählten Punkt
	Bestätigung der Änderungen und Rückkehr in das Menü EINSTELLUNGEN
	Rückkehr in das Menü EINSTELLUNGEN ohne Änderung von Zeit und Datum

4.2.5 Sprache

In diesem Menü können verschiedene Sprachen ausgewählt werden.

Bild 4.8: LANGUAGE screenBildschirm SPRACHE

Tasten:

	Sprachauswahl
	Bestätigung der ausgewählten Sprache
	Rückkehr zum Menü EINSTELLUNGEN

4.2.6 Löschen

In diesem Menü können der Speicher und Energiezähler gelöscht werden.

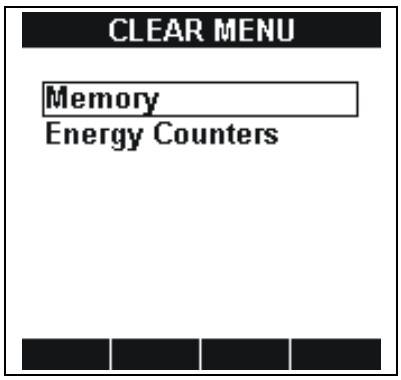


Bild 4.9: CLEAR screenBildschirm LÖSCHEN

	Auswahl des Speichers oder der Energiezähler zum Löschen
	Bestätigung der ausgewählten Option
	Rückkehr zum Menü EINSTELLUNGEN

4.3 Einstellung des Displaykontrasts und der Hinterleuchtung

4.3.1 Kontrasteinstellung

Der Kontrast kann von jedem Menü aus durch die Betätigung und das Halten der Beleuchtungstaste über 1,5 s eingestellt werden. Dann öffnet sich das KONTRAST-Fenster (*siehe Bild unten*).

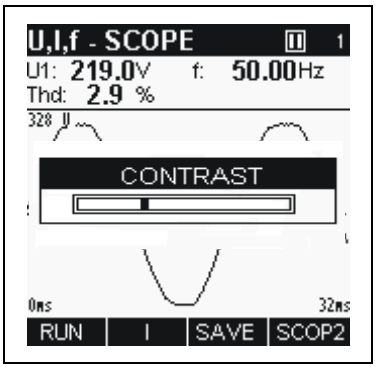


Bild 4.10: Beispiel des KONTRAST-Fensters

Tasten:

	Änderung des Kontrastwertes
	Bestätigung des eingestellten Kontrastwertes und Verlassen des Fensters
	Verlassen des Fensters ohne Änderungen

4.3.2 Aktivierung der Hintergrundbeleuchtung

Durch Betätigung der Beleuchtungstaste kann die Hintergrundbeleuchtung jederzeit ein- und ausgeschaltet werden. Wenn die Hintergrundbeleuchtung an ist und 30 s lang keine Tastenbetätigung erfolgt, schaltet sie sich aus.

5 U, I, f-Bildschirm

Alle wichtigen Spannungs-, Strom- und Frequenzparameter in einem 3-Phasen-Netz können im U,I,f-MENÜ betrachtet werden. Die Ergebnisse können in einer tabellarischen Form (MESSWERTE) oder zwei grafischen Formen (KURVE1, KURVE2) betrachtet werden.
Mit der AUFZEICHNUNGS-Funktion können die Signale über einen vordefinierten Zeitrahmen aufgezeichnet werden. Es werden Maximal-, Minimal- und Mittelwerte jedes Intervalls gespeichert.
Alle Ergebnisse können im Gerätespeicher gesichert werden.

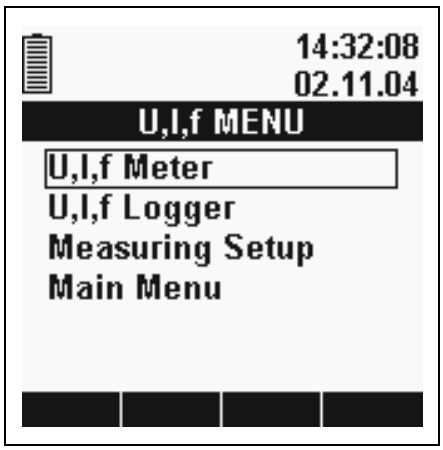


Bild 5.1: U,I,f-Menü

Optionen:

U,I,f Messung	Tabellarische oder grafische Darstellung der Größen U, I, f
U,I,f Aufz.	Histogramme der Größen U, I, f
Messkonfigurat.	Kürzel zum Menü MESSKONFIGURAT.
Hauptmenü	Rückkehr zum HAUPTMENÜ

Tasten:

MENU	Eintritt in das U,I,f-MENÜ
▲ ▼	Auswahl des Messmodus
ENTER	Eingabe der ausgewählten Funktion
ESC	Rückkehr zum HAUPTMENÜ

Die Umschaltung zwischen den Funktionen U,I,f MESSUNG und U,I,f AUFZ. erfolgt durch Drücken der Taste *MENU* in jedem beliebigen Bildschirm (MESSWERT, KURVE oder AUFZ.)

Wenn die Spannungs- und Stromergebnisse außerhalb des Eingabebereichs liegen, werden die Ergebnisse in invertierter Form angezeigt.

5.1 U,I,F-Messfunktion

Die Funktion U,I,f MESSUNG besteht aus drei Abschnitten:
– Bildschirm U,I,f-MESSWERTE - Daten in tabellarischer Form
– Bildschirm U,I,f-KURVE1 - Darstellung von Signalen in grafischer Form, eine Kurve
– Bildschirm U,I,f-KURVE2 - Darstellung von Signalen in grafischer Form, zwei Kurven

5.1.1 Tabellenbildschirm U,I,f-Messwerte

Bei Eintritt in das U,I,f-MENÜ über das HAUPTMENÜ wird standardmäßig der Tabellenbildschirm U,I,f-MESSWERTE (siehe Bild unten) eingeblendet.
Das Anzeigeformat und die Einheiten (V, kV, A, kA) werden je nach Messwert automatisch ausgewählt. Folgende Größen werden angezeigt:

- Effektivwerte der Phasen-Neutral-Spannungen (U_1, U_2, U_3) oder der Phasen-Phasen-Spannungen (U_{12}, U_{23}, U_{13});
- Effektivwert des Phasenstromes (I_1, I_2, I_3);
- Klirrfaktor für Spannung und Strom (ThdU, ThdI);
- Netzfrequenz (Freq, dargestellt in der Spalte des gewählten Synchronisationseingangs).

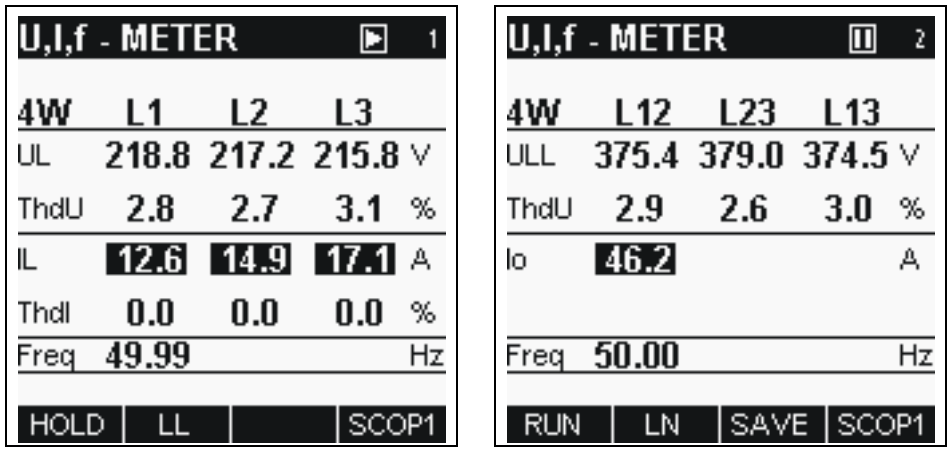

U,I,f - METER 1
4W L1 L2 L3
UL 218.8 217.2 215.8 V
ThdU 2.8 2.7 3.1 %
IL 12.6 14.9 17.1 A
ThdI 0.0 0.0 0.0 %
Freq 49.99 Hz
HOLD LL SCOP1
U,I,f - METER 2
4W L12 L23 L13
ULL 375.4 379.0 374.5 V
ThdU 2.9 2.6 3.0 %
Io 46.2 A
Freq 50.00 Hz
RUN LN SAVE SCOP1

Bild 5.2: Tabellenbildschirm U,I,f-MESSWERTE

Tasten:

F1	Umschaltung zwischen den Modi HALT (die Ergebnisse werden auf dem Display eingefroren) und LAUF (die Ergebnisse werden einmal pro Sekunde aktualisiert)
F2	Umschaltung zwischen den Effektivwerten der Spannungen LL (Leiter-Leiter) und LN (Leiter-Neutral)
F3	Speicherung der angezeigten Werte im nichtflüchtigen Speicher (im HALT-Modus)
F4	Wechsel vom Tabellenbildschirm MESSWERTE in den grafischen Bildschirm KURVE1 (eine Kurve)
MENU	Öffnen des Dialogfensters für die Auswahl von U,I,f MESSUNG, U,I,f AUFZ. oder MESSKONFIGURAT.
ESC	Rückkehr zum Menü U,I,f MESSUNG

5.1.2 Bildschirm U,I,f – KURVE1 (eine Kurve)

Diese Funktion zeigt Signalwellenformen zusammen mit ihren Überblicksdaten an (*siehe Bild unten*).

Verfügbare Signalkombinationen sind:

U_X	Phasenspannung (x = 1 ÷ 3)
I_X	Phasenstrom (x = 1 ÷ 3)
U_XI_X	Spannungs-Strom-Paar für eine Phase (x = 1 ÷ 3)
$U_1U_2U_3$	3-Phasen-Spannungen
$I_1I_2I_3$	3-Phasen-Ströme

Für jedes Signal können bis zu 10 Signalperioden betrachtet werden.
Standardmäßig werden die angezeigten Signale automatisch skaliert.

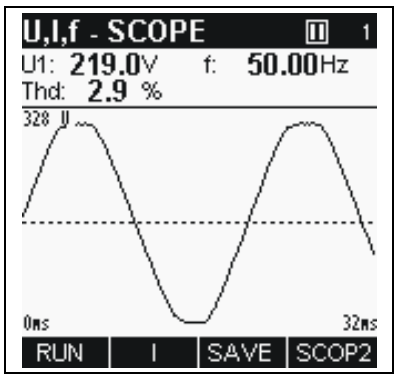


Bild 5.3: Bildschirm U,I,f-KURVE1

Tasten:

F1	Umschaltung zwischen den Modi HALT (die Ergebnisse werden auf dem Display eingefroren) und LAUF (die Ergebnisse werden einmal pro Sekunde aktualisiert)
F2	Auswahl von U (Spannungen), I (Ströme) und U+I (Spannungs-Strompaare) zur Anzeige
F3	Speicherung der angezeigten Werte im nichtflüchtigen Speicher (im HALT-Modus)
F4	Wechsel vom Bildschirm KURVE1 (Einzelkurve) zum Bildschirm KURVE2 (Dualkurve)
ENTER	Auswahl von Spannungs- und Stromkombinationen zur Anzeige (siehe Liste der verfügbaren Signalkombinationen)
▲ ▼	Skalierung der angezeigten Wellenform nach Amplitude
◀ ▶	Skalenzeit der angezeigten Wellenform; 32 ms ist der Standardwert; wenn die Skalierung auf 32 ms eingestellt ist und sich das Instrument im HALT-Modus befindet, bewirkt eine Benutzung der Tasten RECHTS und LINKS ein Rollen der Wellenform durch ihre 10 Perioden.

MENU	Öffnen des Dialogfensters für die Auswahl von U,I,f MESSUNG, HAUPTMENÜ, U,I,f AUFZ. oder MESSKONFIGURAT.
ESC	Rückkehr zum HAUPTMENÜ

5.1.3 Bildschirm U,I,f – KURVE2 (Dualkurve)

Diese Funktion zeigt zwei Signalwellenformen zusammen mit ihren zugehörigen Überblicksdetails für jede Wellenform an (*siehe Bild unten*).

Verfügbare Signalkombinationen sind:

U_XI_Y Spannungs-Strom-Paar einzelner Phasen (x,y = 1 ÷ 3)

Die U,I,f-Dualbildschirmfunktion ermöglicht die gleichzeitige Betrachtung von Signalpaaren aus unterschiedlichen Quellen und somit den Vergleich von Signalen. Es können bis zu 10 Signalperioden betrachtet werden.
Standardmäßig werden die angezeigten Signale automatisch skaliert.

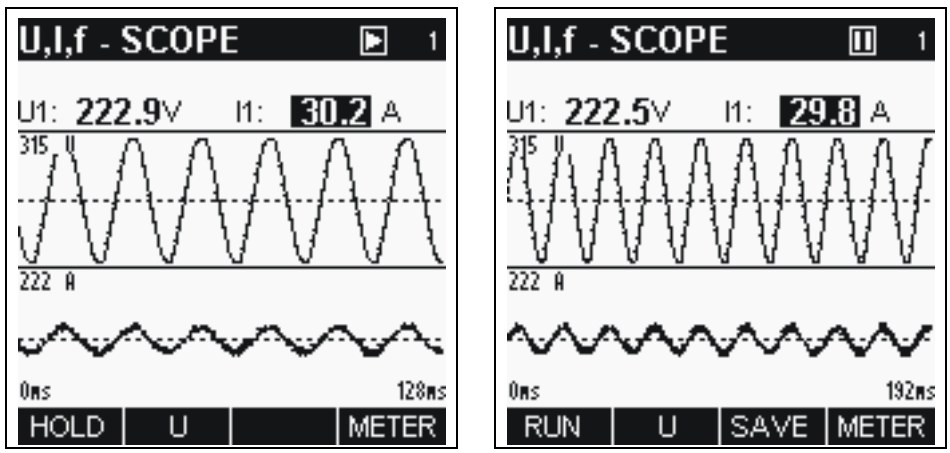


Bild 5.4: Bildschirm U,I,f – KURVE (Dual)

Tasten:

	Umschaltung zwischen den Modi HALT (die Ergebnisse werden auf dem Display eingefroren) und LAUF (die Ergebnisse werden einmal pro Sekunde aktualisiert)
	Umschaltung zwischen der oberen Kurve U (Spannungen) und der unteren Kurve I (Ströme)
	Speicherung der angezeigten Werte im nichtflüchtigen Speicher (im HALT-Modus)
	Wechsel vom Grafikbildschirm KURVE2 (dual) zum Tabellenbildschirm MESSWERTE
	Auswahl zwischen U_1, U_2, U_3 für Spannungen und I_1, I_2, I_3 für Ströme
	Skalierung der angezeigten aktuellen Wellenform nach Amplitude
	Skalenzeit der angezeigten Wellenform; 32 ms ist der Standardwert; wenn die Skalierung auf 32 ms eingestellt ist und sich das Instrument im HALT-Modus befindet, bewirkt eine Benutzung der Tasten RECHTS und LINKS ein Rollen der Wellenform durch ihre 10 Perioden
	Öffnen des Dialogfensters für die Auswahl von U,I,f MESSUNG, HAUPTMENÜ, U,I,f AUFZ. oder MESSKONFIGURAT.
	Rückkehr zum HAUPTMENÜ

5.2 U,I,F-Aufzeichnungsfunktion

Die Funktion U,I,f AUFZ. besteht aus 4 Bildschirmabschnitten:
- Bildschirm U,I,f AUFZ. KONFIG., Einrichtung von Aufzeichnungsparametern;
- Bildschirm U,I,f AUFZ.LAUF, laufendes Histogramm;
- Bildschirm U,I,f AUFZ.HALT1, Ansicht der aufgezeichneten Signale, ein Histogramm;
- Bildschirm U,I,f AUFZ.HALT2, Ansicht der aufgezeichneten Signale, zwei Histogramme;

5.2.1 Bildschirm U,I,f – AUFZ.KONFIG.

Nach Auswahl von U,I,f AUFZ. im U,I,f-Menü wird der Konfigurationsbildschirm für U,I,f AUFZ.eingeblendet (*siehe Bild unten*).
In diesem Menü können verschiedene Aufzeichnungsparameter eingestellt werden.

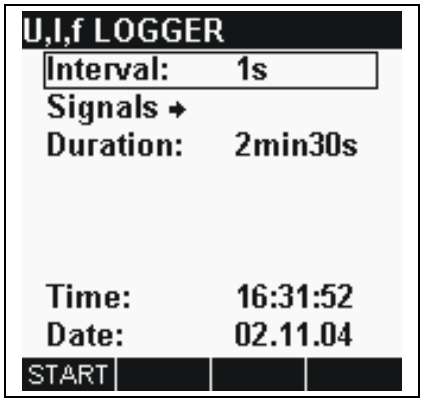
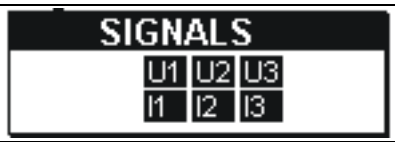


Bild 5.5: Konfigurationsbildschirm für U,I,f – AUFZ.

Einstellungen:

Intervall	Einrichtung des Aufzeichnungsintervalls (von 1 s bis 30 min); die Gesamtaufzeichnungszeit wird im Feld „Dauer“ angezeigt
	Auswahl der Signale für die Aufzeichnung
Dauer	Gesamtaufzeichnungszeit (nur Anzeige)
Zeit & Datum	Aktuelle Uhrzeit und Datum (kann im Menü EINSTELLUNGEN eingestellt werden, siehe Abschnitt 5.2.4)

Tasten:

F1	Start der Aufzeichnung; Der Bildschirm U,I,f AUFZ.LAUF wird eingeblendet.
F3	Umschaltung zwischen EIN (ausgewählt) und AUS (abgewählt) für das hervorgehobene Aufzeichnungssignal (wenn das Dialogfeld SIGNALE geöffnet ist)
ENTER	Einblendung des Dialogfeldes SIGNALE (wenn „Signale“ ausgewählt ist); in diesem Dialogfeld kann das einzelne Signal für die Aufzeichnung ausgewählt werden
▲ ▼	Auwahl der Optionen unter „Intervall“ und „Signale“; Rollen durch die Spannungen und Ströme (wenn das Dialogfeld SIGNALE eingeblendet ist)
◀ ▶	Änderung der Intervallzeit (bei der Einstellung unter „Intervall“); Auswahl einzelner Spannungs- und Stromsignale (im Dialogfeld SIGNALE)
MENU	Rückkehr in das U,I,f-MENÜ
ESC	Rückkehr in das U,I,f-MENÜ Schließen des Dialogfeldes SIGNALE (sofern es eingeblendet ist)

5.2.2 Bildschirme U,I,f – AUFZ.LAUF

Wenn der Benutzer die Aufzeichnung startet, erscheint dieser Bildschirm automatisch. Bei dieser Funktion werden Signalhistogramme zusammen mit dazugehörigen Überblicksdaten angezeigt.

Verfügbare Signalkombinationen sind:

$U_{Xmin}U_{Xmax}U_{Xavg}$	Phasenspannung (x = 1 ÷ 3)
$I_{Xmin}I_{Xmax}I_{Xavg}$	Phasenstrom (x = 1 ÷ 3)
$U_{Xavg}I_{Xavg}$	Spannungs-Strom-Paar für eine Phase (x = 1 ÷ 3)
$U_{1avg}U_{2avg}U_{3avg}$	3-Phasenmittelwerte für Spannung
$I_{1avg}I_{2avg}I_{3avg}$	3-Phasenmittelwerte für Strom

Im oberen Datenfeld werden folgende Werte angezeigt:
- Minimum, Maximum und Mittelwert des letzten abgeschlossenen Intervalls,
- Abgelaufene Zeit.

Daten aller abgeschlossenen Intervalle werden ebenfalls als ein grafisches Histogramm angezeigt. Das neueste Intervall erscheint rechts und läuft nach links, wenn neue Intervalle abgeschlossen sind und angezeigt werden. Die Messung ist abgeschlossen, wenn die Daten des ersten Intervalls die linke Seite des Displays erreichen (nach 150 Intervallen) oder wenn die Aufzeichnung manuell angehalten wird.

Standardmäßig werden die angezeigten Histogramme automatisch skaliert. Anders als bei den Kurvenmodi können die Signale nicht manuell skaliert werden.

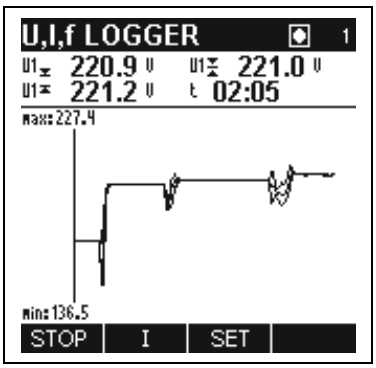


Bild 5.6: Bildschirm U,I,f – AUFZ.LAUF

Tasten:

F1	Anhalten der Aufzeichnung; Einblendung der Bildschirme U,I,f-AUFZ.HALT1; ansonsten wird die Aufzeichnung nach der Beendigung von 150 Intervallen beendet.
F2	Auswahl von U (Spannungen), I (Ströme) und U+I (Spannungs-Strompaare) zur Anzeige
F3	Einblendung voreingestellter Parameter (*siehe Bild unten*)
ENTER	Auswahl von Spannungs- und Stromkombinationen zur Anzeige (siehe Liste der verfügbaren Signalkombinationen)

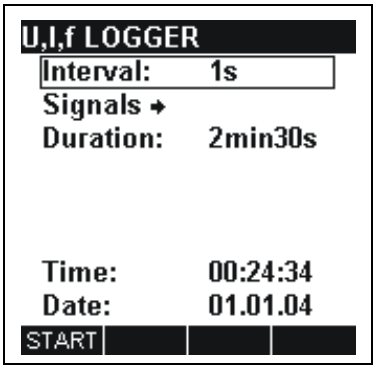


Bild 5.7: Bildschirm U,I,f AUFZ.KONFIG.

5.2.3 Bildschirme U,I,f – AUFZ.HALT1

Diese Funktion wird aktiv, nachdem eine Aufzeichnung beendet ist oder wenn die Aufzeichnung durch den Benutzer angehalten wurde.
Mit einem Cursor kann durch die aufgezeichnete Signalspur gerollt werden.

Verfügbare Signalkombinationen sind:

$U_{Xmin}U_{Xmax}U_{Xavg}$	Phasenpannung (x = 1 ÷ 3)
$I_{Xmin}I_{Xmax}I_{Xavg}$	Phasenstrom (x = 1 ÷ 3)
$U_{Xavg}I_{Xavg}$	Spannungs-Strom-Paar für eine Phase (x = 1 ÷ 3)
$U_{1avg}U_{2avg}U_{3avg}$	3-Phasenmittelwerte für Spannung
$I_{1avg}I_{2avg}I_{3avg}$	3-Phasenmittelwerte für Strom

Die Daten werden in grafischer (Aufzeichnungshistogramm) und numerischer (Intervalldaten) Form angezeigt.
Im oberen Datenfeld können folgende Werte eingeblendet werden:
- Minimum, Maximum und Mittelwert des mit dem Cursor ausgewählten Intervalls;
- Abgelaufene Zeit des ausgewählten Intervalls.

Im Histogramm kann die vollständige Spur des ausgewählten Signals betrachtet werden.

Die Ergebnisse können im Gerätespeicher gesichert werden.

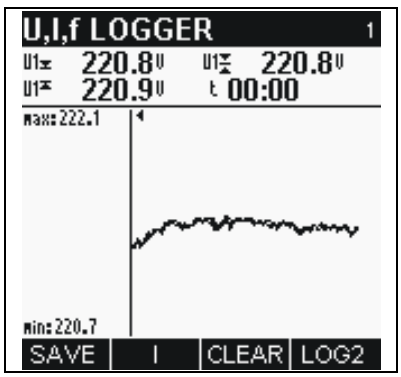


Bild 5.8: Bildschirm U,I,f – AUFZ.HALT1

Tasten:

	Speicherung der aufgezeichneten Daten im nichtflüchtigen Speicher
	Auswahl von U (Spannungen), I (Ströme) und U+I (Spannungs-Strompaare) zur Anzeige
	Löschen aufgezeichneter Werte und Rückkehr in den Bildschirm U,I,f AUFZ.KONFIG.
	Umschaltung zwischen Einzel- und Dualhistogramm
	Auswahl von Spannungs- und Stromkombinationen zur Anzeige (siehe Liste der verfügbaren Signalkombinationen)
	Rollen des Cursors entlang der aufgezeichneten Daten
	Einblendung des U,I,f-MENÜS (siehe Abschnitt 6)
	Rückkehr zum HAUPTMENÜ

5.2.4 Bildschirme U,I,f – AUFZ.HALT2

Bei dieser Funktion kann mit dem Cursor durch zwei eingeblendete Histogramme gerollt werden. Somit ist ein Vergleich zwischen den beiden Histogrammen möglich.

Verfügbare Signalkombinationen sind:

$U_{Xmin}U_{Xmax}U_{Xavg}$	Phasenspannung (x = 1 ÷ 3)
$I_{Xmin}I_{Xmax}I_{Xavg}$	Phasenstrom (x = 1 ÷ 3)
$U_{1avg}U_{2avg}U_{3avg}$	3-Phasenmittelwerte für Spannung
$I_{1avg}I_{2avg}I_{3avg}$	3-Phasenmittelwerte für Strom

Die Daten werden in grafischer (2 Histogramme) und numerischer (Intervalldaten) Form angezeigt.
Im oberen Datenfeld können folgende Werte eingeblendet werden:
- Minimum, Maximum und Mittelwert des mit dem Cursor ausgewählten Intervalls (aktives Histogramm);
- Abgelaufene Zeit des ausgewählten Intervalls (des aktiven Histogramms).

Im Histogramm kann die vollständige Spur des ausgewählten Signals betrachtet werden.

Die Ergebnisse können im Gerätespeicher gesichert werden.

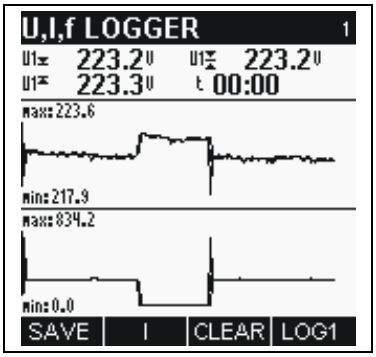


Bild 5.9: Bildschirm U,I,f – AUFZ.HALT2

Tasten:

F1	Speicherung der aufgezeichneten Daten im nichtflüchtigen Speicher (zusammen mit den Histogrammen)
F2	Umschaltung zwischen dem oberen (Spannung) und unterem (Strom) Histogrammen
F3	Löschen aufgezeichneter Werte und Rückkehr in den Bildschirm U,I,f AUFZ.KONFIG.
F4	Umschaltung zwischen Dual- und Einzelhistogramm
ENTER	Auswahl von Spannungs- und Stromkombinationen zur Anzeige (siehe Liste der verfügbaren Signalkombinationen)
◄ ►	Rollen des Cursors entlang der aufgezeichneten Daten (im aktiven Histogramm)
MENU	Einblendung des U,I,f-MENÜS (siehe Abschnitt 6)
ESC	Rückkehr zum HAUPTMENÜ

6 Leistung

Die Wirkleistung wird in zwei Teile unterteilt: Import (positiv) und Export (negativ). Die Blindleistung und der Leistungsfaktor werden in vier Größen unterschieden: positiv-induktiv (+i), positiv-kapazitiv (+c), negativ-induktiv (-i) und negativ-kapazitiv (-c). Der Neutralleiterstrom (I_0) wird bei der Messung in 3-Leiter-Schaltung ignoriert.

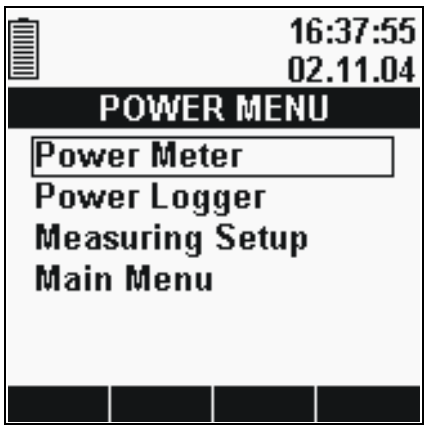


Bild 6.1: POWER MENU screenBildschirm LEISTUNGSMENÜ

Optionen:

Leistungs-messung	Tabellarische oder grafische Darstellung der Leistungsgrößen
Leistungsaufz.	Histogramme der Leistungsgrößen
Messkonfigurat.	Kürzel zum Menü MESSKONFIGURAT.
Hauptmenü	Rückkehr zum HAUPTMENÜ

Tasten:

	Auswahl des Messmodus
	Eingabe des ausgewählten Modus
	Rückkehr zur Option LEISTUNGSMESSUNG

Für die Aktivierung des LEISTUNGSMENÜS von jedem LEISTUNGSMESSUNGS-Bildschirm aus ist die *MENU*-Taste zu drücken.
Wenn die Spannungs- und Stromergebnisse außerhalb des Eingabebereichs liegen, werden die Ergebnisse in invertierter Form angezeigt.

6.1 Leistungsmessfunktionen

Die Funktion LEISTUNGSMESSUNG besteht aus 2 Bildschirmabschnitten:
- Bildschirm LEIST. MESSWERTE, Daten in tabellarischer Form
- Bildschirm LEIST. KURVE, grafische Darstellung der gemessenen Spannungen oder Ströme mit angezeigten Größen P, Q und S.

6.1.1 Leistungsmessung

Durch die Auswahl von LEISTUNG im HAUPTMENÜ wird der Tabellenbildschirm LEIST.MESSWERTE eingeblendet.

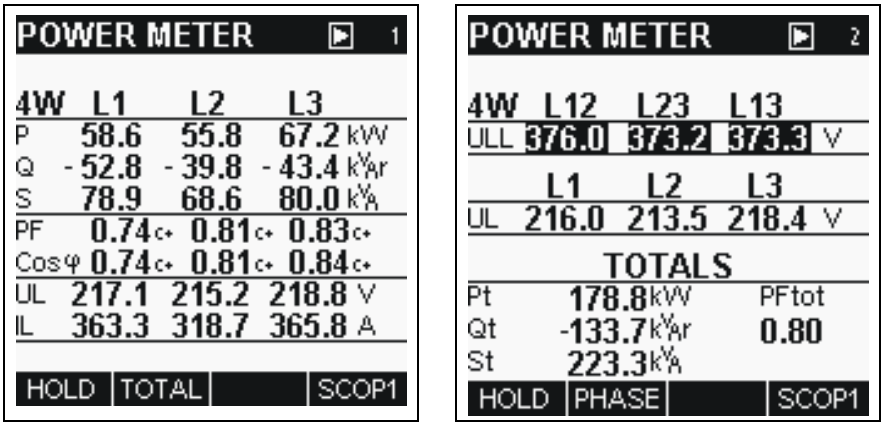


Bild 6.2: Bildschirme LEIST. MESSWERTE

Das Anzeigeformat und die Einheiten werden je nach Messwerten automatisch festgelegt. Folgende Größen werden angezeigt:

- Wirkleistung für jede Phase (P) oder Gesamtwirkleistung (P_{TOT});
- Blindleistung für jede Phase (Q) oder Gesamtblindleistung (Q_{TOT});
- Scheinleistung für jede Phase (S) oder Gesamtscheinleistung (S_{TOT});
- Effektivwert der Phasenspannung (U_L) und/oder Effektivwert der Leiter-Leiter-Spannung (U_{LL});
- Effektivwert des Phasenstromes (I_L);
- Leistungsfaktor für jede Phase (PF) oder Gesamtleistungsfaktor (PF_{TOT});
- Cosinus φ (cos) für jede Phase.

Tasten:

F1	Umschaltung zwischen den Modi HALT (die Ergebnisse werden auf dem Display eingefroren) und LAUF (die Ergebnisse werden einmal pro Sekunde aktualisiert)
F2	Umschaltung zwischen den Bildschirmen für PHASEN- und GESAMTLEISTUNG
F3	Speicherung der angezeigten Werte im nichtflüchtigen Speicher (im HALT-Modus)
F4	Umschaltung vom MESSWERTE- zum KURVEN-Bildschirm
MENU	Einblendung des LEISTUNGSMENÜS (siehe Abschnitt 7)
ESC	Rückkehr zum HAUPTMENÜ

6.1.2 Leistungskurve

Diese Funktion blendet die ausgewählten Phasen-Spannungs- und Strom-Wellenformen zusammen mit den Werten für P, Q und S ein (*siehe Bild unten*). Die angezeigten Signale werden automatisch skaliert.

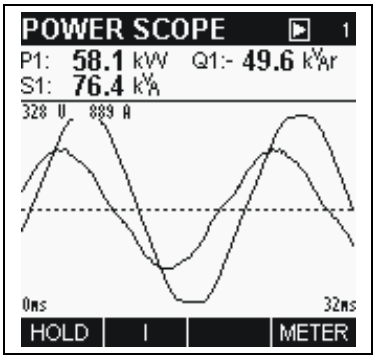


Bild 6.3: Bildschirm LEIST. KURVE

Tasten:

F1	Umschaltung zwischen den Modi HALT (die Ergebnisse werden auf dem Display eingefroren) und LAUF (die Ergebnisse werden einmal pro Sekunde aktualisiert)
F2	Umschaltung zwischen U- und I-Spuren
F3	Speicherung der Momentanwerte im nichtflüchtigen Speicher (im HALT-Modus)
F4	Wechsel vom Bildschirm LEIST. KURVE in den Bildschirm LEIST. MESSWERTE
ENTER	Umschaltung zwischen den Phasen
▲ ▼	Skalierung der angezeigten Wellenform nach Amplitude
◀ ▶	Skalenzeit der angezeigten Wellenformen; wenn diese Skalierung auf 32 ms eingestellt ist und sich das Instrument im HALT-Modus befindet, bewirkt eine Benutzung der Tasten RECHTS und LINKS ein Rollen der Wellenform durch ihre 10 Perioden
MENU	Einblendung des LEISTUNGSMENÜS (siehe Abschnitt 7)
ESC	Rückkehr zum HAUPTMENÜ

6.2 Leistungsaufzeichnungsfunktion

Die Funktion LEISTUNGSAUFZ. besteht aus 4 Bildschirmabschnitten:

- Einrichtungsbildschirm LEISTUNGSAUFZ., Konfiguration der Aufzeichnungsparameter;
- Bildschirm LEISTUNGSAUFZ., laufendes Histogramm;
- Bildschirm LEIST.AUFZ.HALT1, Ansicht der aufgezeichneten Signale, ein Histogramm;
- Bildschirm LEIST.AUFZ.HALT2, Ansicht der aufgezeichneten Signale, zwei Histogramme;

6.2.1 Einrichtungsbildschirm für die Leistungsaufzeichnung

Nach Auswahl von LEISTUNGSAUFZ. im LEISTUNGSMENÜ wird der entsprechende Einrichtungsbildschirm (*siehe Bild unten*) eingeblendet.

Bild 6.4: Einrichtung der LEISTUNGSAUFZEICHUNG

Einstellungen:

Intervall	Einrichtung des Aufzeichnungsintervalls (von 1 s bis 30 min); die Gesamtaufzeichnungszeit wird im Feld „Dauer“ angezeigt
	Auswahl der Signale für die Aufzeichnung
Dauer	Gesamtaufzeichnungszeit (nur Anzeige)
Zeit & Datum	Aktuelle Uhrzeit und Datum (kann im Menü EINSTELLUNGEN eingestellt werden, siehe Abschnitt 5.2.4)

Tasten:

F1	Start der Aufzeichnung; Der Bildschirm LEIST.AUFZ.LAUF wird eingeblendet.
F3	Umschaltung zwischen EIN (ausgewählt) und AUS (abgewählt) für das hervorgehobene Aufzeichnungssignal (wenn das Dialogfeld SIGNALE geöffnet ist)
ENTER	Einblendung des Dialogfeldes SIGNALE (wenn „Signale“ ausgewählt ist); in diesem Dialogfeld können einzelne Signale für die Aufzeichnung ausgewählt werden
▲ ▼	Auwahl der Einstellungen unter „Intervall“ und „Signale“; Auswahl des Aufzeichnungssignals (im Dialogfeld SIGNALE)
◀ ▶	Änderung der Intervallzeit (bei der Einstellung unter „Intervall“); Auswahl des Aufzeichnungssignals (im Dialogfeld SIGNALE)
MENU	Rückkehr zum LEISTUNGSMENÜ
ESC	Rückkehr zum LEISTUNGSMENÜ

6.2.2 Laufbildschirme für die Leistungsaufzeichnung

Wenn der Benutzer die Aufzeichnung startet, erscheint dieser Bildschirm automatisch. Bei dieser Funktion werden Signalhistogramme zusammen mit dazugehörigen Daten angezeigt.

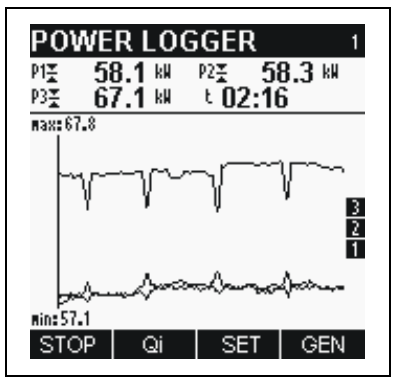


Bild 6.5: Bildschirm LEIST.AUFZ.LAUF (Motor)

Verfügbare Signalkombinationen sind:

$P_{Xmin}P_{Xmax}P_{Xavg}$	Einphasen-Wirkleistung (x = 1 ÷ 3)
$Q_{Ximin}Q_{Ximax}Q_{Xiavg}$	Einphasen-Induktivblindleistung (x = 1 ÷ 3)
$Q_{Xcmin}Q_{Xcmax}Q_{Xcavg}$	Einphasen-Kapazitivblindleistung (x = 1 ÷ 3)
$S_{Xmin}S_{Xmax}S_{Xavg}$	Einphasen-Scheinleistung (x = 1 ÷ 3)
$PF_{Ximin}PF_{Ximax}PF_{Xiavg}$	Einphasen-Induktivleistungsfaktor (x = 1 ÷ 3)
$PF_{Xcmin}PF_{Xcmax}PF_{Xcavg}$	Einphasen-Kapazitivleistungsfaktor (x = 1 ÷ 3)
$U_{Xmin}U_{Xmax}U_{Xavg}$	Einphasen-Spannung (x = 1 ÷ 3)
$I_{Xmin}I_{Xmax}I_{Xavg}$	Einphasen-Strom (x = 1 ÷ 3)
$P_{1avg}P_{2avg}P_{3avg}$	Mittelwert der Wirkleistung über alle Phasen
$Q_{1iavg}Q_{2iavg}Q_{3iavg}$	Mittelwert der Induktivblindleistung über alle Phasen

$Q_{1cavg}Q_{2cavg}Q_{3cavg}$	Mittelwert der Kapazitivblindleistung über alle Phasen
$S_{1avg}S_{2avg}S_{3avg}$	Mittelwert der Scheinleistung über alle Phasen
$U_{1avg}U_{2avg}U_{3avg}$	Mittelwert der Spannung über alle Phasen
$I_{1avg}I_{2avg}I_{3avg}$	Mittelwert des Stromes über alle Phasen
$P_{TOTmin}P_{TOTmax}P_{TOTavg}$	Gesamtwirkleistung
$Q_{iTOTmin}Q_{iTOTmax}Q_{cTOTavg}$	Gesamtinduktivblindleistung
$Q_{cTOTmin}Q_{cTOTmax}Q_{cTOTavg}$	Gesamtkapazitivblindleistung
$S_{TOTmin}S_{TOTmax}S_{TOTavg}$	Gesamtscheinleistung
E_{TOT}	Gesamtenergie

Alle Signale können im Modus GENERATOR (erzeugt (-)) oder MOTOR (aufgenommen (+)) angezeigt werden.
Daten aller abgeschlossenen Intervalle werden ebenfalls als ein grafisches Histogramm angezeigt. Das neueste Intervall erscheint rechts und läuft nach links, wenn neue Intervalle abgeschlossen sind und angezeigt werden. Die Messung ist abgeschlossen, wenn das erste Intervall die linke Seite des Displays erreicht (nach 150 Intervallen) oder wenn die Aufzeichnung manuell angehalten wird.
Die angezeigten Histogramme werden stets automatisch skaliert. Anders als bei den Kurvenmodi können die Signale nicht manuell skaliert werden.

Tasten:

F1	Anhalten der Aufzeichnung; Einblendung der Bildschirme LEIST.AUFZ.HALT1; ansonsten wird die Aufzeichnung nach der Beendigung von 150 Intervallen beendet
F3	Anzeige voreingestellter Parameter
ENTER	Auswahl der verfügbaren Signalkombination zur Anzeige
F4	Wechsel von den Bildschirmen LEIST.AUFZ.MOTOR zu den Bildschirmen LEIST.AUFZ.GEN

6.2.3 Haltebildschirme für die Leistungsaufzeichnung

Diese Funktion wird aktiv, nachdem die Aufzeichnung vollständig ist.
Mit einem Cursor kann durch die aufgezeichnete Signalspur gerollt werden.

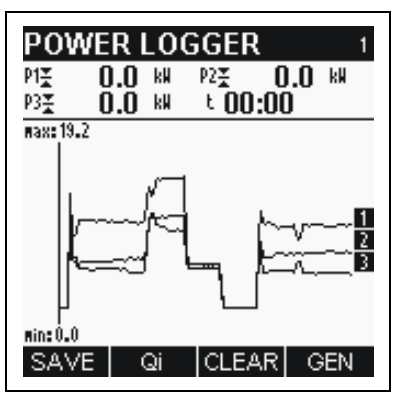


Bild 6.6: Bildschirm LEIST.AUFZ.MOTOR

Verfügbare Signalkombinationen sind:

$P_{Xmin}P_{Xmax}P_{Xavg}$	Einphasen-Wirkleistung (x = 1 ÷ 3)
$Q_{Ximin}Q_{Ximax}Q_{Xiavg}$	Einphasen-Induktivblindleistung (x = 1 ÷ 3)
$Q_{Xcmin}Q_{Xcmax}Q_{Xcavg}$	Einphasen-Kapazitivblindleistung (x = 1 ÷ 3)
$S_{Xmin}S_{Xmax}S_{Xavg}$	Einphasen-Scheinleistung (x = 1 ÷ 3)
$PF_{Ximin}PF_{Ximax}PF_{Xiavg}$	Einphasen-Induktivleistungsfaktor (x = 1 ÷ 3)
$PF_{Xcmin}PF_{Xcmax}PF_{Xcavg}$	Einphasen-Kapazitivleistungsfaktor (x = 1 ÷ 3)
$U_{Xmin}U_{Xmax}U_{Xavg}$	Einphasen-Spannung (x = 1 ÷ 3)
$I_{Xmin}I_{Xmax}I_{Xavg}$	Einphasen-Strom (x = 1 ÷ 3)
$P_{1avg}P_{2avg}P_{3avg}$	Mittelwert der Wirkleistung über alle Phasen
$Q_{1iavg}Q_{2iavg}Q_{3iavg}$	Mittelwert der Induktivblindleistung über alle Phasen
$Q_{1cavg}Q_{2cavg}Q_{3cavg}$	Mittelwert der Kapazitivblindleistung über alle Phasen
$S_{1avg}S_{2avg}S_{3avg}$	Mittelwert der Scheinleistung über alle Phasen
$U_{1avg}U_{2avg}U_{3avg}$	Mittelwert der Spannung über alle Phasen
$I_{1avg}I_{2avg}I_{3avg}$	Mittelwert des Stromes über alle Phasen
$P_{TOTmin}P_{TOTmax}P_{TOTavg}$	Gesamtwirkleistung
$Q_{iTOTmin}Q_{iTOTmax}Q_{cTOTavg}$	Gesamtinduktivblindleistung
$Q_{cTOTmin}Q_{cTOTmax}Q_{cTOTavg}$	Gesamtkapazitivblindleistung
$S_{TOTmin}S_{TOTmax}S_{TOTavg}$	Gesamtscheinleistung
E_{TOT}	Gesamtenergie

Alle Signale können im Modus GENERATOR (erzeugt (-)) oder MOTOR (aufgenommen (+)) angezeigt werden.

Die Daten werden in grafischer (Aufzeichnungshistogramm) und numerischer (Intervalldaten) Form angezeigt.

Im Histogramm kann die vollständige Spur des ausgewählten Signals betrachtet werden.

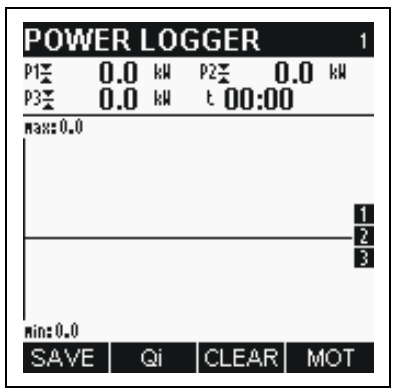


Bild 6.7: Bildschirm LEIST.AUFZ.GEN

Alle Ergebnisse können im Gerätespeicher gesichert werden.

Tasten:

	Speicherung der aufgezeichneten Daten im nichtflüchtigen Speicher
	Auswahl von **P, Qi, Qc, S, PFi, PFc, TOT, U, I, ENG.**
	Löschen aufgezeichneter Werte und Rückkehr in den Einrichtungsbildschirm LEISTUNGSAUFZ.
	Wechsel von den Bildschirmen LEIST.AUFZ.MOTOR zu den Bildschirmen LEIST.AUFZ.GEN
	Rollen des Cursors entlang der aufgezeichneten Daten; in den oberen Zeilen werden die Daten am Cursor mit der entsprechenden Zeit eingeblendet
	Einblendung des LEISTUNGSMENÜS (siehe Abschnitt 7)
	Rückkehr zum HAUPTMENÜ

7 Harmonische

Jede periodische Abweichung einer rein sinusförmigen Wellenform kann durch die Summe der Sinusgrößen der Netzfrequenz und ihrer ganzzahligen Vielfachen dargestellt werden. Die Netzfrequenz wird Grundfrequenz genannt. Eine sinusförmige Welle mit einer Frequenz, die k Mal höher als die Grundwelle ist (k ist eine ganze Zahl) wird harmonische Welle genannt und mit Amplitude und einer Phasenverschiebung (Phasenwinkel) gegenüber dem Grundfrequenzsignal gekennzeichnet.

Eine Berechnungsmethode mit der Bezeichnung Discrete Fourier Transformation (DFT) oder ihre schnellere Version Fast Fourier Transformation (FFT) wird zur Umformung einer Folge von Eingangsdaten in sinusförmige Komponenten benutzt.

Die Oberschwingungsfunktion zeigt die Ergebnisse der Fast Fourier Transformation (FFT) in numerischer und grafischer Form an.

Bild 7.1: Bildschirm OBERSCHWINGUNGEN

Optionen:

Oberschw.Messung	Tabellarische oder grafische Darstellung der Oberschwingungsgrößen
THD Aufz.	Histogramme der Oberschwingungsgrößen
Messkonfigurat.	Kürzel zum Menü MESSKONFIGURAT.
Hauptmenü	Rückkehr zum HAUPTMENÜ

Die Umschaltung zwischen den Funktionen OBERSCHW.MESSUNG und THD AUFZ. erfolgt durch Drücken der Taste *MENU* in jedem beliebigen Bildschirm (MESSWERTE/ KURVE oder AUFZ.)

Wenn die Spannungs- und Stromergebnisse außerhalb des Eingabebereichs liegen, werden die Ergebnisse in invertierter Form angezeigt.

7.1 Oberschwingungsmessfunktion

Die Oberschwingungsmessfunktion besteht aus drei Bildschirmabschnitten:
– Bildschirme THD-MESSWERTE, Daten in tabellarischer Form
– Bildschirme THD-KURVE1 - Darstellung von Signalen in grafischer Form, eine Kurve
– Bildschirme THD-KURVE2 - Darstellung von Signalen in grafischer Form, zwei Kurven

7.1.1 Bildschirm THD-MESSWERTE (Tabelle)

Durch die Auswahl des Menüs OBERSCHWINGUNGEN im HAUPTMENÜ wird der Tabellenbildschirm THD-MESSWERTE eingeblendet.

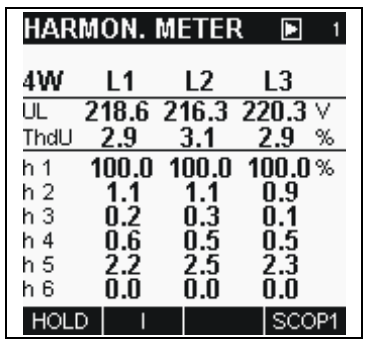


Bild 7.2: Tabellenbildschirm THD-MESSWERTE

Das Anzeigeformat und die Einheiten (V, kV, A, kA) werden je nach Messwert automatisch ausgewählt. Folgende Größen werden angezeigt:

- Effektivwert der Phasenspannung (U_L) oder Effektivwert der Leiter-Leiter-Spannung (U_{LL}) für jede Phase;
- Effektivwert des Phasenstromes (I_L);
- Klirrfaktor für Spannung (ThdU) und Strom (ThdI);
- Alle/gerade/ungerade Harmonische bis zur 50. in Prozent aus U_{Nenn} / I_{Nenn} oder als Effektivwert.

Tasten:

F1	Umschaltung zwischen den Modi HALT (die Ergebnisse werden auf dem Display eingefroren) und LAUF (die Ergebnisse werden einmal pro Sekunde aktualisiert)
F2	Auswahl von Spannungs- und Stromharmonischen zur Ansicht
F3	Speicherung der angezeigten Werte im nichtflüchtigen Speicher (im HALT-Modus)
F4	Wechsel vom Tabellenbildschirm MESSWERTE in den grafischen Bildschirm KURVE1 (eine Kurve)
▲ ▼	Blättern durch die Oberschwingungskomponenten

ENTER	Umschaltung zwischen der Anzeige aller/ der geraden oder der ungeraden Harmonischen
MENU	Einblendung des Menüs OBERSCHWINGUNGEN (siehe Abschnitt 8)
ESC	Rückkehr zum HAUPTMENÜ

7.1.2 Bildschirm THD-Kurve1 (eine Kurve)

Die Funktion zeigt die Ergebnisse der Fast Fourier Transformation (FFT) in numerischer und grafischer Form an. Standardmäßig wird die angezeigte Kurve automatisch skaliert.

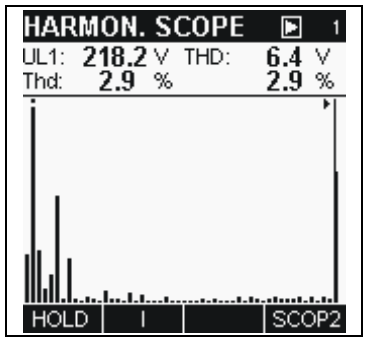


Bild 7.3: Bildschirm THD-KURVE (Einzelkurve)

Die obere Zeile liefert Informationen über den ausgewählten Eingang (U_1, U_2, U_3, I_1, I_2, I_3), seinen Effektivwert und den Wert der mit dem Cursor gezeigten Harmonischen, den Gleichanteil und den Klirrfaktor als Prozent- und Effektivwert des Nenneingangswertes. Die Kurve besteht aus 52 Balken - der erste Balken zeigt den Gleichanteil, die nächsten 50 zeigen Harmonische und der 52. zeigt den Klirrfaktor.
Wenn ein Balken den sichtbaren Bereich überschreitet, wird über ihn eine Marke (Punkt) gesetzt.

Tasten:

F1	Umschaltung zwischen den Modi HALT (die Ergebnisse werden auf dem Display eingefroren) und LAUF (die Ergebnisse werden einmal pro Sekunde aktualisiert)
F2	Auswahl von Spannungs- und Stromharmonischen zur Ansicht
F3	Speicherung der angezeigten Werte im nichtflüchtigen Speicher (im HALT-Modus)
F4	Wechsel vom Bildschirm KURVE1 (Einzelkurve) zum Bildschirm KURVE2 (Dualkurve)
ENTER	Umschaltung zwischen den Phasen
▲ ▼	Skalierung des angezeigten Balkendiagramms über die Amplitude für bessere Betrachtung

	Bewegung des Cursors zwischen den harmonischen Komponenten
	Einblendung des Menüs OBERSCHWINGUNGEN (siehe Abschnitt 8)
	Rückkehr zum HAUPTMENÜ

7.1.3 THD-Kurve2 (Dualkurve)

Diese Funktion zeigt Oberschwingungskurven für Spannung und Strom auf einem Bildschirm an. Die obere Kurve zeigt die Spannungsharmonischen und die untere die Stromharmonischen. Die obere Zeile liefert Informationen über die ausgewählte Phase (U_1, U_2, U_3, I_1, I_2, I_3), den Effektivwert und den Wert der mit dem Cursor gezeigten Harmonischen, den Gleichanteil und den Klirrfaktor als Prozent- und Effektivwert des Nenneingangswertes (*siehe Bild unten*).

Die angezeigten Balkendiagramme werden stets automatisch skaliert.

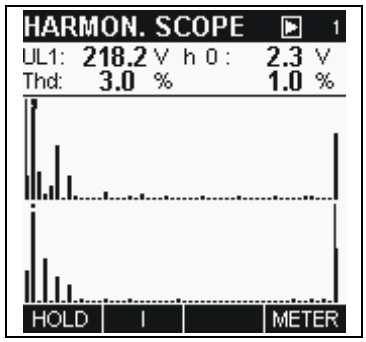


Bild 7.4: Bildschirm THD-KURVE (Dualkurve)

Jede Kurve besteht aus 52 Balken - der erste Balken zeigt den Gleichanteil, die nächsten 50 zeigen Harmonische und der 52. zeigt den Klirrfaktor.

Wenn ein Balken über den sichtbaren Bereich hinaus geht, wird über ihn ein Kennzeichen (Punkt) gesetzt (siehe *Bild 8.4 THD-Kurve2*).

Tasten:

	Umschaltung zwischen den Modi HALT (die Ergebnisse werden auf dem Display eingefroren) und LAUF (die Ergebnisse werden einmal pro Sekunde aktualisiert)
	Umschaltung zwischen der Anzeige der Spannungs- und Stromoberschwingungswerte
	Speicherung der angezeigten Werte im nichtflüchtigen Speicher (im HALT-Modus)
	Wechsel vom Grafikbildschirm KURVE2 (dual) zum Tabellenbildschirm MESSWERTE
	Umschaltung zwischen den Phasen

	Skalierung des ausgewählten Balkendiagramms (Spannung oder Strom) über die Amplitude
	Bewegung des Cursors zwischen den harmonischen Komponenten
	Einblendung des Menüs OBERSCHWINGUNGEN (siehe Abschnitt 8)
	Rückkehr zum HAUPTMENÜ

7.2 Oberschwingungsaufzeichnung

Die Oberschwingungsaufzeichnungsfunktion besteht aus 4 Bildschirmabschnitten:

- THD-AUFZ.KONFIG., Einrichtung von Aufzeichnungsparametern;
- THD-AUFZ.LAUF, laufendes Histogramm;
- THD-AUFZ.HALT1, Ansicht der aufgezeichneten Signale, ein Histogramm;
- THD-AUFZ.HALT2, Ansicht der aufgezeichneten Signale, zwei Balkendiagramme.

7.2.1 Einrichtungsbildschirm für die Oberschwingungsaufzeichnung

Nach Auswahl von THD-AUFZ. im Menü OBERSCHWINGUNGEN wird der entsprechende Einrichtungsbildschirm (*siehe Bild unten*) eingeblendet.

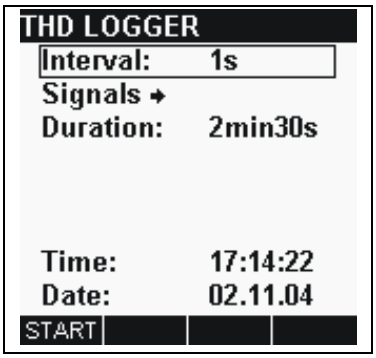
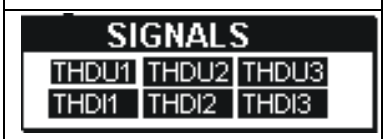


Bild 7.5: Einrichtung der Oberschwingungsaufzeichnung

Einstellungen:

Intervall:	Einrichtung des Aufzeichnungsintervalls (von 1 s bis 30 min); Die Gesamtaufzeichnungszeit wird im Feld „Dauer“ angezeigt.
	Auswahl der Signale für die Aufzeichnung
Dauer:	Gesamtaufzeichnungszeit (nur Anzeige)

Tasten:

F1	Start der Aufzeichnung; Die Bildschirme THD-AUFZ.LAUF werden eingeblendet.
F3	Umschaltung zwischen EIN (ausgewählt) und AUS (abgewählt) für den aktuellen Aufzeichnungskanal (wenn das Dialogfeld SIGNALE geöffnet ist)
▲ ▼	Auwahl der Einstellungen unter „Intervall“ und „Signale“; Rollen zwischen den Aufzeichnungssignalen im Dialog SIGNALE
◀ ▶	Änderung der Intervallzeit (bei der Einstellung unter „Intervall“); Rollen zwischen den Aufzeichnungssignalen im Dialog SIGNALE
ENTER	Einblendung des Dialogfelds SIGNALE (wenn „Signale“ ausgewählt ist); in diesem Dialogfeld können einzelne Signale für die Aufzeichnung ausgewählt werden
MENU	Einblendung des Menüs OBERSCHWINGUNGEN (siehe Abschnitt 8)
ESC	Rückkehr zum HAUPTMENÜ; Schließen des Dialogfeldes SIGNALE (sofern es eingeblendet ist)

7.2.2 THD-Aufz.Lauf

Dieser Bildschirm wird automatisch eingeblendet, sobald der Benutzer die Aufzeichnung startet.
Bei dieser Funktion werden Signalhistogramme zusammen mit Übersichtsdetails angezeigt.

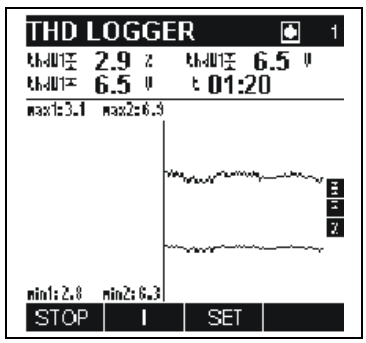


Bild 7.6: Bildschirm THD-AUFZ.LAUF

Verfügbare Signalkombinationen sind:

$thdU_{Xavg}$ (%) $thdU_{Xavg}$ (V) $thdU_{Xmax}$ (V)	Klirrfaktor- und Effektivwerte für Phasenspannungen (x = 1 ÷ 3).
$thdI_{Xavg}$ (%) $thdI_{Xavg}$ (A) $thdI_{Xmax}$ (A)	Klirrfaktor- und Effektivwerte für Phasenströme (x = 1 ÷ 3).
$thdU_{1avg}$ (%) $thdU_{2avg}$ (%) $thdU_{3avg}$ (%)	3-Phasen-Spannungsklirrfaktor
$thdU_{1avg}$ (V) $thdU_{2avg}$ (V) $thdU_{3avg}$ (V)	3-Phasen-Spannungseffektivwerte
$thdI_{1avg}$ (%) $thdI_{2avg}$ (%) $thdI_{3avg}$ (%)	3-Phasen-Stromklirrfaktor
$thdI_{1avg}$ (A) $thdI_{2avg}$ (A) $thdI_{3avg}$ (A)	3-Phasen-Stromeffektivwerte

Im oberen Datenfeld werden folgende Werte angezeigt:

- Spannungs- und Stromklirrfaktorwerte in Prozent von U_{Nenn} bzw. I_{Nenn} und Effektivwert;
- Abgelaufene Zeit.

Daten aller abgeschlossenen Intervalle werden als ein grafisches Histogramm angezeigt. Die Daten des neuesten Intervalls erscheinen rechts und laufen nach links, wenn neue Intervalle abgeschlossen sind und angezeigt werden. Die Messung ist abgeschlossen, wenn die Daten des ersten Intervalls die linke Seite des Displays erreichen (nach 150 Intervallen) oder wenn die Aufzeichnung manuell angehalten wird. Die angezeigten Größen entsprechen denen im Datenfeld.

Tasten:

F1	Anhalten der Aufzeichnung; der Bildschirm THD-AUFZ.HALT1 wird eingeblendet
F2	Auswahl von Spannungs- und Strom-Klirrfaktorhistogrammen zur Ansicht
F3	Anzeige voreingestellter Parameter
ENTER	Auswahl verfügbarer Klirrfaktorsignale zur Anzeige

7.2.3 THD-Aufz.Halt1

Diese Funktion wird aktiv, nachdem eine Aufzeichnung vollständig ist.
Mit einem Cursor kann durch die aufgezeichnete Signalspur gerollt werden.

Verfügbare Signalkombinationen sind:

$thdU_{Xavg}$ (%) $thdU_{Xavg}$ (V) $thdU_{Xmax}$ (V)	Klirrfaktor- und Effektivwerte für Phasenspannungen (x = 1 ÷ 3).
$thdI_{Xavg}$ (%) $thdI_{Xavg}$ (A) $thdI_{Xmax}$ (A)	Klirrfaktor- und Effektivwerte für Phasenströme (x = 1 ÷ 3).
$thdU_{1avg}$ (%) $thdU_{2avg}$ (%) $thdU_{3avg}$ (%)	3-Phasen-Spannungsklirrfaktor
$thdU_{1avg}$ (V) $thdU_{2avg}$ (V) $thdU_{3avg}$ (V)	3-Phasen-Spannungseffektivwerte
$thdI_{1avg}$ (%) $thdI_{2avg}$ (%) $thdI_{3avg}$ (%)	3-Phasen-Stromklirrfaktor
$thdI_{1avg}$ (A) $thdI_{2avg}$ (A) $thdI_{3avg}$ (A)	3-Phasen-Stromeffektivwerte

Im Histogramm kann die vollständige Spur des ausgewählten Signals betrachtet werden. Alle Daten werden grafisch (Aufzeichnungskurve) und als Werte (obere Zeile) angezeigt.

Alle Ergebnisse können im Gerätespeicher gesichert werden.

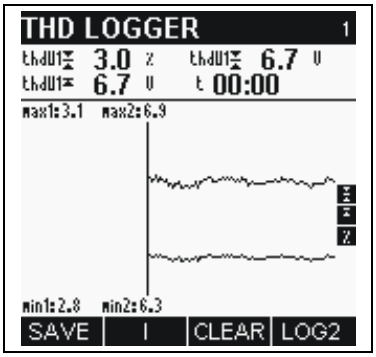


Bild 8.7: THD-AUFZ.HALT1

Tasten:

F1	Speicherung der aufgezeichneten Daten im nichtflüchtigen Speicher
F2	Auswahl von Spannungs- und Strom-Klirrfaktorwerten zur Ansicht
F3	Löschen aufgezeichneter Werte und Rückkehr in den Bildschirm U,I,f AUFZ.KONFIG.
F4	Umschaltung von THD-AUFZ.HALT1 (ein Histogramm) zum Bildschirm THD-AUFZ.HALT2 (Dualhistogramm)
ENTER	Auswahl von Klirrfaktorsignalen, die während der Aufzeichnung überwacht werden (Spannungs- oder Strom-Klirrfaktorwerte
◄ ►	Rollen des Cursors entlang der aufgezeichneten Daten; in den oberen Zeilen werden die Daten an der Cursorposition mit der entsprechenden Zeit eingeblendet
MENU	Einblendung des Menüs OBERSCHWINGUNGEN (siehe Abschnitt 8)
ESC	Rückkehr zum HAUPTMENÜ

7.2.4 THD-Aufz.Halt2

Bei dieser Funktion kann mit dem Cursor durch zwei eingeblendete Histogramme gerollt werden. Somit ist ein Vergleich zwischen den beiden Histogrammen möglich.

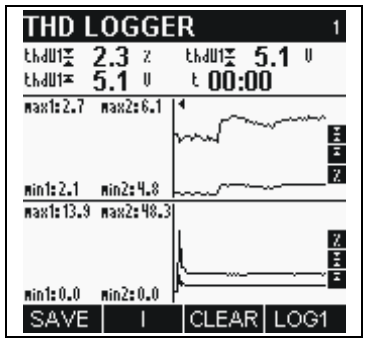
Verfügbare Signalkombinationen sind:

$thdU_{Xavg}$ (%) $thdU_{Xavg}$ (V) $thdU_{Xmax}$ (V)	Klirrfaktor- und Effektivwerte für Phasenspannungen (x = 1 ÷ 3)
$thdI_{Xavg}$ (%) $thdI_{Xavg}$ (A) $thdI_{Xmax}$ (A)	Klirrfaktor- und Effektivwerte für Phasenströme (x = 1 ÷ 3)
$thdU_{1avg}$ (%) $thdU_{2avg}$ (%) $thdU_{3avg}$ (%)	3-Phasen-Spannungsklirrfaktor
$thdU_{1avg}$ (V) $thdU_{2avg}$ (V) $thdU_{3avg}$ (V)	3-Phasen-Spannungseffektivwerte
$thdI_{1avg}$ (%) $thdI_{2avg}$ (%) $thdI_{3avg}$ (%)	3-Phasen-Stromklirrfaktor
$thdI_{1avg}$ (A) $thdI_{2avg}$ (A) $thdI_{3avg}$ (A)	3-Phasen-Stromeffektivwerte

Die Daten werden in grafischer (2 Histogramme) und numerischer Form angezeigt.

Im aktiven Histogramm kann die vollständige Spur des ausgewählten Signals betrachtet werden. Der Cursor wird auf das ausgewählte Intervall positioniert und kann über alle Intervalle gerollt werden.

Alle Ergebnisse können im Gerätespeicher gesichert werden.



:Bild 7.8: THD LOGGER STOP2 screenTHD-AUFZ.HALT2

Tasten:

F1	Speicherung der aufgezeichneten Daten im nichtflüchtigen Speicher
F2	Auswahl von Spannungs- und Strom-Klirrfaktorwerten zur Ansicht im oberen Datenfeld
F3	Löschen aufgezeichneter Werte und Rückkehr in den Bildschirm THD-AUFZ.KONFIG.
F4	Umschaltung von THD-AUFZ.HALT2 in den Bildschirm THD-AUFZ.HALT1
◀ ▶	Rollen des Cursors entlang aufgezeichneter Daten auf der ausgewählten (aktiven) Aufzeichnungskurve; in der oberen Zeile werden die Daten am Cursor mit der entsprechenden Zeit eingeblendet
MENU	Einblendung des Menüs OBERSCHWINGUNGEN (siehe Abschnitt 8)
ESC	Rückkehr in das U,I,f-MENÜ

8 Einschaltspitzen

Hohe Einschaltspitzen von Motoren können die Auslösung von Leistungsschaltern bzw. das Öffnen von Sicherungen bewirken. Der erwartete Maximalstrom während des Einschaltens kann 6 bis 14 Mal höher als der Volllaststrom des Motors sein.

Diese Funktion basiert auf dem Prinzip der Aufzeichnung von Daten, die einen eingestellten Wert mit positiver oder negativer Neigung an einem beliebigen Stromeingang überschreiten.

Wenn solch ein Ereignis (Einschaltstoßstrom) auftritt, werden die Daten nach der Auslösung und in einer Vorlaufzeit (1/5 der vom Benutzer ausgewählten „Dauer“) bis zum Ende der ausgewählten Zeit „Dauer“ aufgezeichnet.

Die Funktion EINSCHALTAUFZ. besteht aus 4 Bildschirmabschnitten:

- EINSCHALTAUFZ., Einrichtung von Aufzeichnungsparametern;
- EINSCH.AUFZ.LAUF, laufendes Histogramm;
- EINSCHAUFZ.HALT1, Ansicht der aufgezeichneten Signale, ein Histogramm;
- EINSCHAUFZ.HALT2, Ansicht der aufgezeichneten Signale, zwei Histogramme.

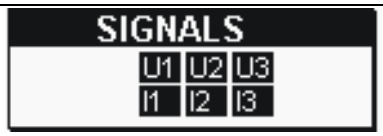
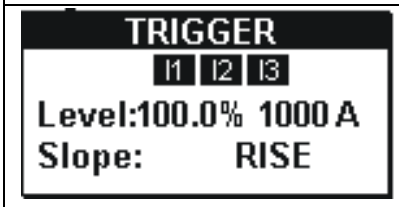
Wenn die Spannungs- und Stromergebnisse außerhalb des Eingabebereichs liegen, werden die Ergebnisse in invertierter Form angezeigt.

8.1 Einrichtung der EInschaltaufzeichnung

Durch die Auswahl des Menüs EINSCHALTSPITZEN im HAUPTMENÜ wird der Einrichtungsbildschirm eingeblendet.

Bild 8.1: EINRICHTUNGSBILDSCHIRM FÜR DIE EINSCHALTAUFZEICHNUNG

Einstellungen:

Intervall	Einrichtung des Aufzeichnungsintervalls (von 10 ms bis 200 ms); die Gesamtaufzeichnungszeit wird im Feld „Dauer“ angezeigt
Dauer	Gesamtaufzeichnungszeit (nur Anzeige)
	Auswahl der aufzuzeichnenden Signale
	Einrichtung der Auslösung: - Stromeingang für Auslösequelle, - Auslösewert, bei dem die Einschaltaufzeichnung startet, - Richtung der Auslöseneigung

Tasten:

	Start der Aufzeichnung; die Bildschirme EINSCH.AUFZ.LAUF werden eingeblendet
	Umschaltung zwischen EIN (ausgewählt) und AUS (abgewählt) für den hervorgehobenen Aufzeichnungskanal unter KANÄLE und für die hervorgehobene Auslösequelle im Dialog AUSLÖSER
	Auswahl der Einstellungen unter „Intervall“, „Signale“ oder „Auslöser“; Rollen zwischen Spannungs- und Stromwerten im Dialog „Signale“; Rollen zwischen Auslösequelle, Auslösewert und Auslöseneigung im Dialog „Auslöser“
	Änderung der Intervallzeit unter „Intervall“; Rollen durch alle Kanäle im Dialog „Signale“; Rollen durch die Auslösequellen / Änderung des Auslösewertes / Änderung der Auslöseneigung im Dialog „Auslöser“
	Einblendung des Dialogfelds SIGNALE (wenn „Signale“ ausgewählt ist); in diesem Dialogfeld können einzelne Signale für die Aufzeichnung ausgewählt werden; Einblendung des Dialogfelds AUSLÖSER (wenn „Auslöser“ ausgewählt ist); in diesem Dialogfeld können die Auslösekanäle, der Auslösewert und die Neigung des Auslösesignals für die Auslösung festgelegt werden
	Rückkehr zum HAUPTMENÜ; Schließen der Dialogfelder „Signale“ und „Auslöser“ (sofern offen)

8.2 Einsch.Aufz.Lauf

Diese Bildschirme werden automatisch eingeblendet, sobald der Benutzer die Aufzeichnung startet.
Diese Funktion zeigt Signalwellenformen zusammen mit ihren Überblicksdaten an (*siehe Bild unten*).

Verfügbare Signalkombinationen sind:

U_X	Phasenspannung (x = 1 ÷ 3)
I_X	Phasenstrom (x = 1 ÷ 3)
$U_1U_2U_3$	3-Phasen-Spannungen
$I_1I_2I_3$	3-Phasen-Strom

Für jedes Signal können bis zu 10 Signalperioden betrachtet werden.
Die angezeigten Signale werden automatisch skaliert.

Bild 8.2: EINSCH.AUFZ.LAUF

Hinweis: Wenn der Benutzer die Einschaltaufzeichnung anhält, werden keine Daten aufgezeichnet.
Die Aufzeichnung von Daten erfolgt nur, wenn der Auslöser aktiviert wird.

Tasten:

F1	Anhalten der Aufzeichnung; der Bildschirm EINSCH.AUFZ.HALT1 erscheint
F2	Auswahl von U (Spannungen), I (Ströme) und U+I (Spannungs-Strompaare) zur Anzeige
F3	Anzeige voreingestellter Parameter
ENTER	Auswahl verfügbarer Signalkombinationen zur Anzeige

8.3 Einsch.Aufz.Halt1

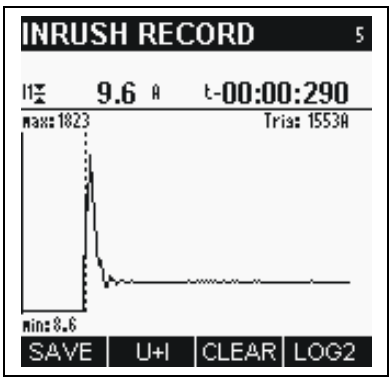
Diese Funktion wird aktiv, nachdem eine Aufzeichnung vollständig ist.
Mit dem Cursor kann durch die aufgezeichnete Signalspur gerollt werden.

Die Daten werden in grafischer (Aufzeichnungshistogramm) und numerischer (Intervalldaten) Form angezeigt.

In den Datenfeldern können folgende Werte eingeblendet werden:
- Minimum, Maximum und Mittelwert des mit dem Cursor ausgewählten Intervalls;
- Zeit relativ zur Auslösungs-Ereigniszeit.

Im Histogramm kann die vollständige Spur des ausgewählten Signals betrachtet werden. Der Cursor wird auf das ausgewählte Intervall positioniert und kann über alle Intervalle gerollt werden.

Alle Ergebnisse können im Gerätespeicher gesichert werden.



:Bild 8.3: INRUSH RECORD LOG1 screenEINSCH.AUFZ.HALT1

Tasten:

F1	Speicherung der aufgezeichneten Daten im nichtflüchtigen Speicher
F2	Auswahl von U (Spannungen), I (Ströme) und U+I (Spannungs-Strompaare) zur Anzeige
F3	Löschen aufgezeichneter Werte und Rückkehr in den Bildschirm EINSCHALTAUFZ.
F4	Umschaltung von EINSCH.AUFZ.HALT1 nach EINSCH.AUFZ.HALT2
ENTER	Auswahl verfügbarer Signalkombinationen zur Anzeige
◀ ▶	Rollen des Cursors entlang der aufgezeichneten Daten; in der oberen Zeile werden die Daten an der Cursorposition mit der entsprechenden Zeit eingeblendet
ESC	Rückkehr zum HAUPTMENÜ

8.4 Einsch.Aufz.Halt2

Aufgezeichnete Daten können in zwei verschiedenen Histogrammen betrachtet und verglichen werden.
Die Daten werden in grafischer (2 Histogramme) und numerischer (Intervalldaten) Form angezeigt.
In den Datenfeldern können folgende Werte eingeblendet werden:
- Minimum, Maximum und Mittelwert des mit dem Cursor ausgewählten Intervalls (aktives Histogramm);
- Zeit relativ zur Auslösungs-Ereigniszeit.

Im aktiven Histogramm kann die vollständige Spur des ausgewählten Signals betrachtet werden. Der Cursor wird auf das ausgewählte Intervall positioniert und kann über alle Intervalle gerollt werden.
Alle Ergebnisse können im Gerätespeicher gesichert werden.

Bild 8.4: EINSCH.AUFZ.HALT2

Tasten:

F1	Speicherung der aufgezeichneten Daten im nichtflüchtigen Speicher
F2	Auswahl von U (Spannungen), I (Ströme) oder U+I (Spannungs-Strompaare) zur Anzeige
F3	Löschen der Werte auf dem Bildschirm und Rückkehr in den Bildschirm EINSCHALTAUFZ.
F4	Umschaltung von THD-AUFZ.HALT2 in den Bildschirm THD-AUFZ.HALT1
ENTER	Auswahl verfügbarer Signalkombinationen zur Anzeige
◄ ►	Rollen des Cursors entlang der aufgezeichneten Daten (im aktiven Histogramm); in der oberen Zeile werden Daten zusammen mit der Zeit relativ zur Auslöse-Ereigniszeit angezeigt
MENU	Rückkehr zum Menü EINSCHALTAUFZ.
ESC	Rückkehr zum HAUPTMENÜ

9 Spannungsereignisse

Bei dieser Funktion können drei Spannungsereignisparameter aufgezeichnet werden: Absenkungen, Anstiege und Unterbrechungen. Sie werden als Spannungsanomalien bezeichnet.
Ein Anstieg ist ein vorübergehender Spannungsanstieg über den oberen Spannungsgrenzwert (Ansprechw +).
Eine Absenkung ist eine vorübergehende Verminderung der Spannung unter den unteren Spannungsgrenzwert (Ansprechw. -).
Eine Unterbrechung ist eine vorübergehende Verminderung einer Spannung unter den Unterbrechungsgrenzwert.
Wenn die Spannungsergebnisse außerhalb des Eingabebereichs liegen, werden die Ergebnisse in invertierter Form angezeigt.

9.1 Einrichtung der spannungsereignisaufzeichnung

Durch die Auswahl des Menüs SPANNUNGSEREIGNISSE im HAUPTMENÜ wird standardmäßig der Einrichtungsbildschirm eingeblendet (*siehe Bild unten*).

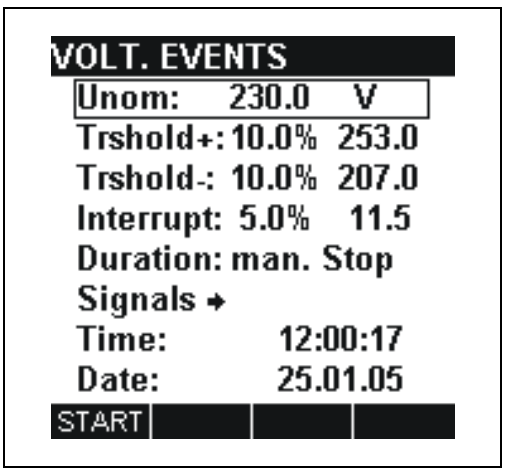
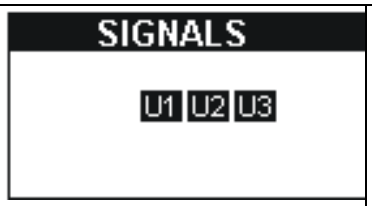


Bild 9.1: Einrichtungsbildschirm für die SPANNUNGSEREIGNISAUFZEICHNUNG

Einstellungen:

UNenn	Nennspannung, die von 1,0 V bis zur Maximalspannung des gewählten Spannungsbereiches (U Bereich - siehe Abschnitt zur Messkonfiguration) eingestellt werden kann			
Ansprechw.+	Obergrenze, die von 1% bis 35% über UNenn (Anstieg) eingestellt werden kann			
Ansprechw.-	Untergrenze, die von 1% bis 35% unter UNenn (Abfall) eingestellt werden kann			
Unterbrechung	Unterbrechungsgrenze, die von 1% bis 20 % von UNenn eingestellt werden kann			
Dauer	Auswahl aus:	1 min 10 min 2 h 30 h Man. Halt	2 min 30 min 5 h 50 h	5 min 1 h 10 h 75 h

	Auswahl der Signale für die Aufzeichnung
Zeit & Datum	Aktuelle Uhrzeit und Datum (kann im Menü EINSTELLUNGEN eingestellt werden, siehe Abschnitt 5.2.4)

Tasten:

F1	Start der Aufzeichnung; der Bildschirm U.EREIGAUFZ.LAUF wird eingeblendet
F3	Umschaltung zwischen EIN (ausgewählt) und AUS (abgewählt) für den hervorgehobenen Aufzeichnungskanal (wenn das Dialogfeld SIGNALE geöffnet ist)
	Auswahl der Einstellungen im Konfigurationsmenü
	Ändern der Parameter für die gewählte Option
ENTER	Einblendung des Dialogfeldes SIGNALE (wenn „Signale“ ausgewählt ist); in diesem Dialogfeld können einzelne Signale für die Aufzeichnung ausgewählt werden
ESC	Rückkehr zum HAUPTMENÜ;

9.2 Spannungsereignisaufzeichnung

Dieser Bildschirm wird automatisch eingeblendet, sobald der Benutzer die Aufzeichnung startet.
Im Laufmodus werden Anomalien gezählt und in einer Tabelle getrennt für Anstiege, Absenkungen und Unterbrechungen angezeigt.

Die aktuelle Anomalie ist eingerahmt.

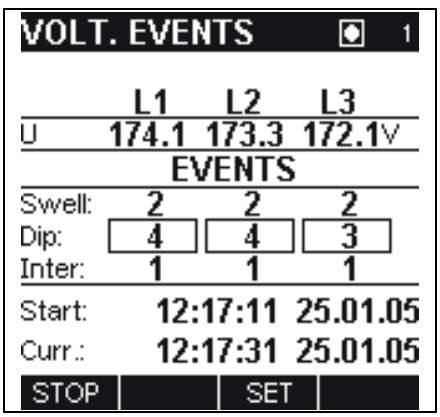


Bild 9.2: Bildschirm bei der SPANNUNGSEREIGNISAUFZEICHNUNG

Tasten:

F1	Anhalten der Aufzeichnung; der AUFZEICHNUNGSHALT-Bildschirm wird eingeblendet; ansonsten wird die Aufzeichnung nach der Beendigung von 150 Intervallen beendet
F3	Anzeige eingestellter Parameter

9.3 Anhalten der spannungsereignisaufzeichnung

Diese Funktion wird aktiv, nachdem eine Aufzeichnung vollständig ist.
Die Messdaten werden in einer Berichtsform angezeigt.

Für jede Anomalie werden folgende Daten eingeblendet:
- Art der Anomalie,
- Spannungswert,
- Start- und Endzeit (h:min:s:ms Jahr:Monat),
- Dauer.

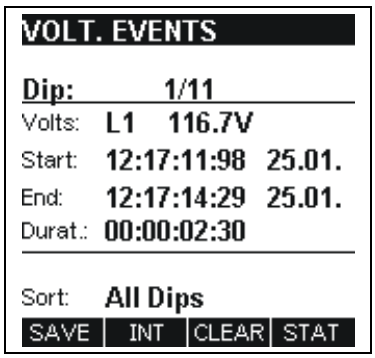


Bild 9.3: Bildschirm beim ANHALTEN DER SPANNUNGSEREIGNISAUFZEICHNUNG

Alle Ergebnisse können im Gerätespeicher gesichert werden.

Tasten:

F1	Speicherung der aufgezeichneten Daten im nichtflüchtigen Speicher
F2	Auswahl der Anstiege, Absenkungen und Unterbrechungen zur Anzeige (nur wenn mindestens eine Anomalie dieser Art aufgezeichnet wurde)
F3	Löschen aufgezeichneter Werte und Rückkehr in den Einrichtungsbildschirm für die Aufzeichnung der Spannungsereignisse
F4	Umschaltung zwischen der Liste der einzelnen Anomaliedaten und der Statistik aller Anomalien
ENTER	Auswahl von Anomalien verschiedener Phasen zur Anzeige
▲ ▼	Rollen durch die ausgewählte Anomalieaufzeichnung
ESC	Rückkehr zum HAUPTMENÜ

10 Phasendiagramm

Die häufigste Ursache falsch gemessener oder aufgezeichneter Daten ist ein fehlerhafter Anschluss. Mit dem Power Q Plus-Instrument kann der Benutzer den Anschluss vor Ausführung der Messung kontrollieren.

Diese Funktion zeigt Folgendes an:

- Grafische Darstellung der Spannungs- und Stromphasenwinkel des zu messenden Netzes,
- Symmetrie des zu messenden Netzes.

Wenn die Spannungs- und Stromergebnisse außerhalb des Eingabebereichs liegen, werden die Ergebnisse in invertierter Form angezeigt.

10.1 U-i-Phasendiagramm

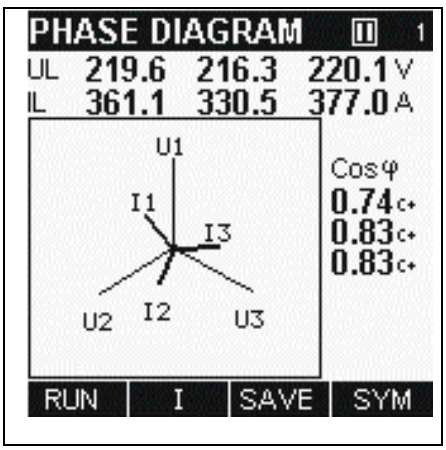


Bild 10.1: PHASENDIAGRAMM

Tasten:

F1	Umschaltung zwischen dem HALT- und LAUF-Modus
F2	Auswahl von U (Spannungen) und I (Ströme) zur Skalierung
F3	Speicherung von Messwerten im HALT-Modus in den nichtflüchtigen Speicher
F4	Umschaltung zwischen Leitungsspannungs-Strom-Vektordiagramm und Symmetrievektordiagramm
▲ ▼	Skalierung ausgewählter Signale über die Amplitude
ESC	Rückkehr zum HAUPTMENÜ

10.2 Symmetriephasendiagramm

Das Phasendiagramm (SYM) dient der Darstellung der Strom- und Spannungssymmetrie des zu messenden Netzes.
Eine Asymmetrie der Versorgungsspannung und des Stromes tritt auf, wenn die Effektivwerte oder Phasenwinkel zwischen aufeinanderfolgenden Phasen nicht gleich sind.

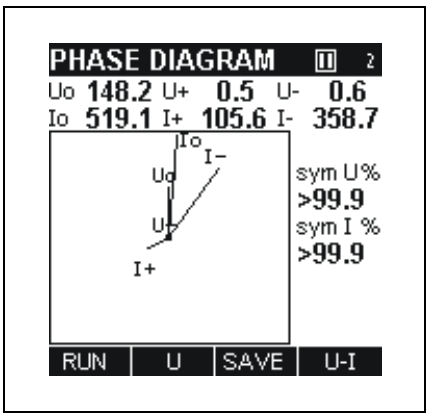


Bild 10.2: Symmetriephasendiagramm

11 Energie

Diese Funktion beinhaltet drei Energiezähler:
- GESAMTZÄHLER (die gesamte mit dem Instrument gemessene Energie),
- TEILZÄHLER (Energie, die während der letzten Aufzeichnung gemessen wurde),
- INTERVALLZÄHLER (Energie des zuletzt gemessenen Intervalls).

11.1 Einrichtung der Energiezählung

Nach Auswahl des Menüs ENERGIE im HAUPTMENÜ wird der Einrichtungsbildschirm eingeblendet (*siehe Bild unten*).

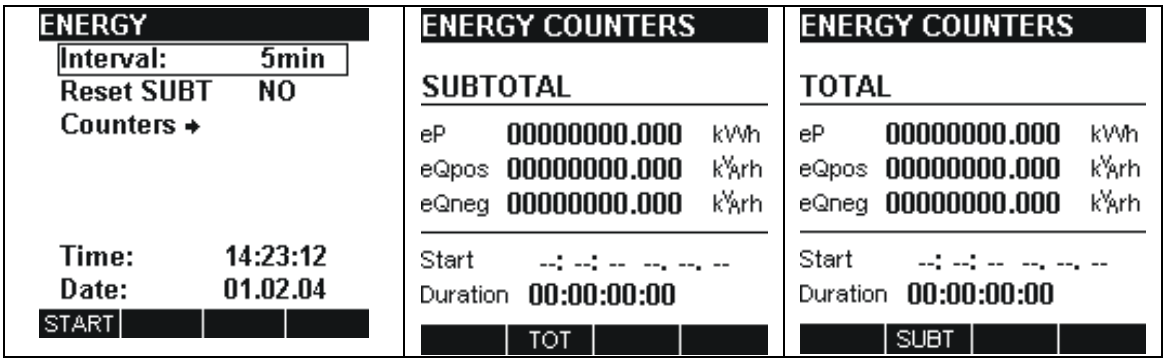


Bild 11.1: EINRICHTUNGSBILDSCHIRME ZUR ENERGIEZÄHLUNG

Einstellungen:

Intervall	Einrichtung des Aufzeichnungsintervalls (von 1 s bis 15 min)
Reset TEILSUMME	Rückstellung (JA) oder keine Rückstellung (NEIN) des TEILZÄHLERS am Beginn der Zählung
Zähler	Ansicht des GESAMT- oder TEILZÄHLERS
Zeit & Datum	Aktuelle Uhrzeit und Datum (kann im Menü EINSTELLUNGEN eingestellt werden, siehe Abschnitt 5.2.4)

Tasten:

F1	Start der Zählung; der Bildschirm ENERGIEZ.LAUF wird eingeblendet.
▲ ▼	Auswahl der Einstellungen im Konfigurationsmenü
◀ ▶	Ändern der Parameter für die gewählte Option
ENTER	Einblendung des Dialogfelds ZÄHLER (wenn „Zähler“ ausgewählt ist); in diesem Dialogfeld können die GESAMT- und TEILZÄHLER betrachtet werden
ESC	Rückkehr zum HAUPTMENÜ

11.2 Energiezählung

Dieser Bildschirm wird automatisch eingeblendet, sobald der Benutzer die Energiezählung startet. Diese Funktion zeigt die GESAMT-, TEIL- und INTERVALLZÄHLER an.

Jeder Zähler zählt drei verschiedene Energien:
- eP (Wirkenergie),
- eQpos (positive Blindenergie),
- eQneg (negative Blindenergie).

Für jeden Zähler werden folgende Daten eingeblendet:
- Start (Zeit der letzten Rückstellung der Zähler);
- Dauer (GESAMT- und TEILZÄHLER: Dauer der Zählung von der letzten Rückstellung, INTERVALLZÄHLER: Dauer der aktuellen Periode).

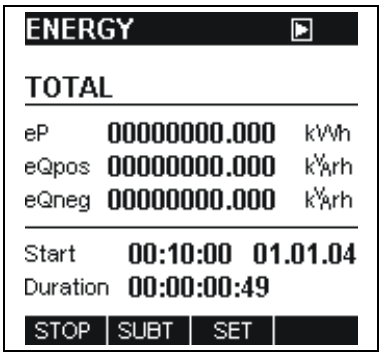


Bild 11.2: BILDSCHIRM ZUR ENERGIEZÄHLUNG

Tasten:

F1	Anhalten der Energiezählung
F2	Auswahl des Energiezählers zur Anzeige: TOTAL (Gesamtzähler), TEILS (Teilzähler) oder L.INT (Intervallzähler)
F3	Anzeige voreingestellter Parameter

11.3 Anhalten der Energiezählung

Diese Funktion wird aktiv, nachdem eine Zählung beendet ist. Die Informationen sind die gleichen wie beim Bildschirm während der Energiezählung.
Der Bildschirm zeigt die GESAMT-, TEIL- und INTERVALLZÄHLER an:
- eP (Wirkenergie),
- eQpos (positive Blindenergie),
- eQneg (negative Blindenergie).

Für jeden Zähler werden folgende Daten eingeblendet:
- Start (Zeit der letzten Rückstellung der Zähler);
- Dauer (GESAMT- und TEILZÄHLER: Dauer der Zählung von der letzten Rückstellung, INTERVALLZÄHLER: Dauer der letzten Periode).

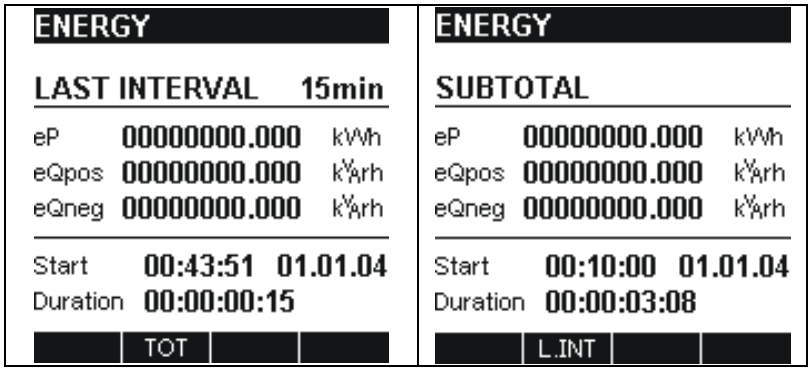


Bild 11.3: BILDSCHIRM BEIM ANHALTEN DER ENERGIEZÄHLUNG

Tasten:

F2	Auswahl des Energiezählers zur Anzeige: TOTAL (Gesamtzähler), TEILS (Teilzähler) oder L.INT (Intervallzähler)
ESC	Rückkehr zum Einrichtungsmenü für die Energiezählung

12 Speicherliste

In diesem Menü kann der Benutzer durch alle gespeicherten Daten blättern.
Bei Eintritt in dieses Menü wird eine Kurzliste angezeigt, die allgemeine Informationen über die Anzahl der gespeicherten Aufzeichnungen, den freien Speicherplatz und die aktuell betrachtete Aufzeichnung anzeigt.

Ist keine Aufzeichnung gespeichert, beträgt die Anzahl der gespeicherten Aufzeichnungen 0. Alle anderen Felder sind leer.

Bild 12.1: SPEICHERLISTE

Tasten:

F2	Löschen der aktuellen Aufzeichnung
◀ ▶	Blättern durch die Aufzeichnungen (nächste oder vorherige Aufzeichnung)
ENTER	Anzeigen der aktuellen Aufzeichnung
ESC	Rückkehr zum HAUPTMENÜ

Wenn eine ausgewählte Aufzeichnung geöffnet ist, bleibt die Bedeutung der Funktionstasten die gleiche wie bei der Funktion, bei der die Aufzeichnung gespeichert wurde.

13 Anschluss an Stromversorgungsnetze

13.1 Allgemeine Empfehlungen

Dieses Instrument kann an ein 3-Phasen-Netz auf zweierlei Art angeschlossen werden:

- 3-Phasen-Netz mit vier Leitern L_1, L_2, L_3, N; I_1, I_2, I_3
- 3-Phasen-Netz mit drei Leitern L_{12}, L_{23}, L_{31}; I_1, I_2, I_3

Die tatsächliche Anschaltung muss im Menü MESSKONFIGURAT. (siehe Bild unten) festgelegt werden.

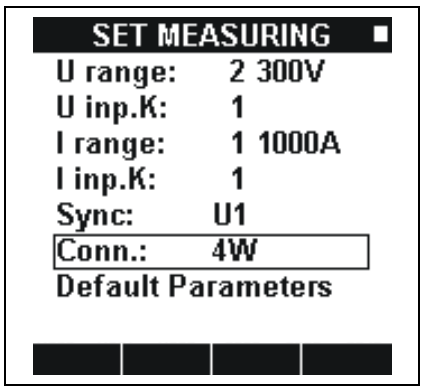


Bild 13.1: Menü MESSKONFIGURAT.

Beim Anschluss des Instruments ist es wichtig, dass sowohl die Strom- als auch die Spannungsanschlüsse richtig vorgenommen werden. Insbesondere sind folgende Regeln einzuhalten:

Zangenstromwandler

- Der auf dem Zangenstromwandler aufgebrachte Pfeil muss in Richtung des Stromflusses, von der Quelle zur Last, zeigen.
- Wenn der Zangenstromwandler verkehrt herum angeschlossen wird, erscheint die gemessene Leistung in dieser Phase normalerweise negativ.

Phasenbeziehungen

- Der an den Stromeingang I_1 angeschlossene Zangenstromwandler muss den Strom in der Phasenleitung messen, an der der Spannungsfühler von L_1 angeschlossen ist.

Die Anschlüsse werden in den Bildern unten dargestellt.

Bei Netzen, bei denen die Spannung an der Sekundärseite eines Spannungswandlers (z. B. 11 kV/110 V) gemessen wird, muss ein Skalierungsfaktor der Spannungswandlerübersetzung eingegeben werden, um eine richtige Messung zu gewährleisten.

1. 3-Phasen-Netz mit 4 Leitern (mit Neutralleiter)

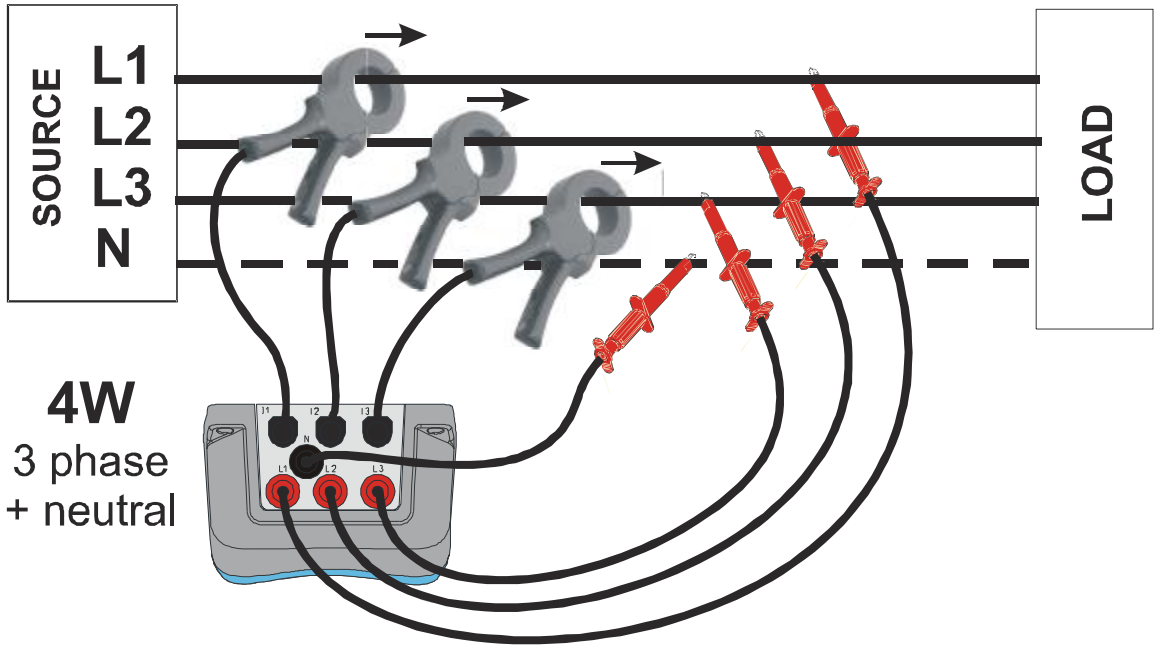


Bild 13.2: 3-Phasen-Netz mit vier Leitern

2. 3-Phasen-Netz mit 3 Leitern (ohne Neutralleiter)

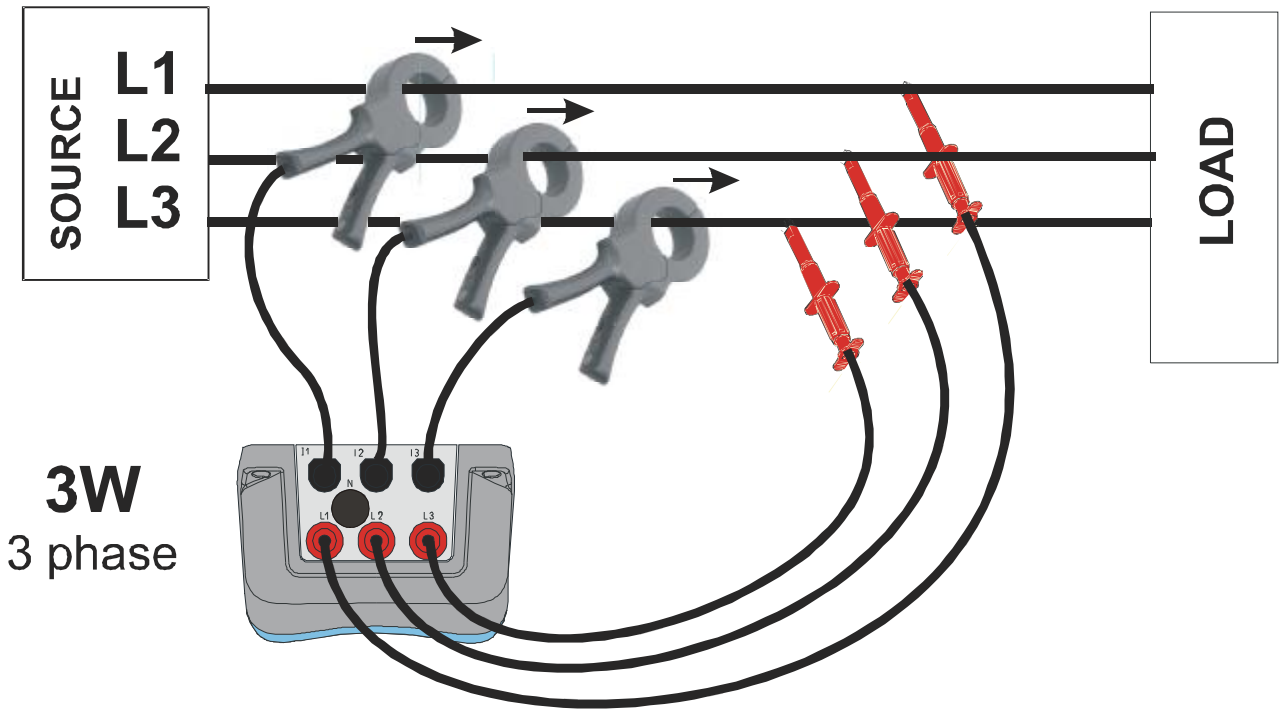


Bild 13.3: 3-Phasen-Netz mit drei Leitern

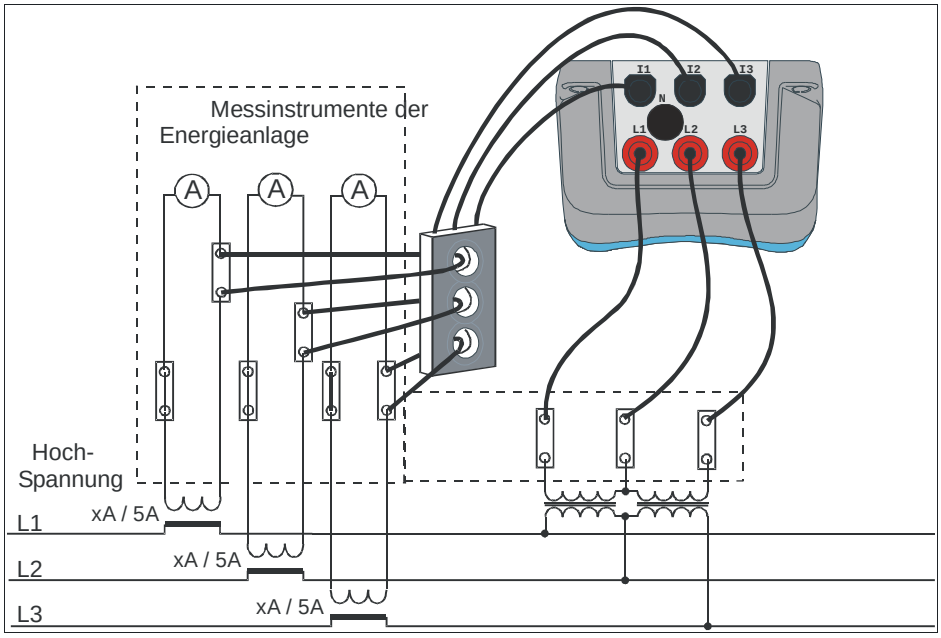


Bild 13.4: Anschluss des Instruments an bestehende Stromwandler eines HS-Netzes

Warnung!

- **Der Sekundärkreis eines Stromwandlers darf nicht geöffnet werden, wenn er an einen stromführenden Stromkreis angeschlossen ist.**
- **Ein offener Sekundärkreis kann zu gefährlich hohen Spannungen über den Klemmen führen.**

13.2 Messkonfiguration für strommessungen

Messzubehör	Messwerte	I Bereich	I Eing. K	Instrumenten-genauigkeit
A 1033 Abgreifklemme 1000 A	≤ 100 A > 100 A	100 A 1000A	1	±(3 % + 0,3 A) ±(3 % + 3 A)
A 1069 Miniklemme 100 A	≤ 10 A > 10 A	100 A 1000A	0.1	±(3 % + 0,03 A) ±(3 % + 0,3 A)
A 1122 Miniklemme 5 A	≤ 0,5 A > 0,5 A	100 A 1000A	0.0075	±(3 % + 1,5 mA) ±(3 % + 15 mA)
A 1037 3-Phasen- Stromwandler	≤ 0,5 A > 0,5 A	100 A 1000A	0.006	±(3 % + 1,5 mA) ±(3 % + 15 mA)
A 1120, A 1099 Flex-Kit 30 A	≤ 3 A > 3 A	100 A 1000A	3	±(3 % + 0,9 A) ±(3 % + 9 A)
A 1120, A 1099 Flex-Kit 30 A	≤ 30 A > 30 A	100 A 1000A	3	±(3 % + 0,9 A) ±(3 % + 9 A)
A 1120, A 1099 Flex-Kit 30 A	≤ 300 A > 300 A	100 A 1000A	3	±(3 % + 0,9 A) ±(3 % + 9 A)

Hinweis:

Der Wert „I Eing. K“ muss mit dem Stromwandler-Übersetzungsverhältnis multipliziert werden, sofern er dargestellt ist.

*Die Ergebnisse auserhalb des Messbereiches über 7.5 A (A1122) oder 6 A (A1037) werden umgekert angezeigt.

14 Theorie und interne Funktion

14.1 Einführung

Dieser Abschnitt enthält die grundlegende Theorie der Messfunktionen und technische Informationen über die interne Funktion des Power Q ***Plus*** MI 2392 einschließlich der Beschreibung der Messverfahren und Aufzeichnungsprinzipen.

14.2 Messverfahren

Die Messungen basieren auf der digitalen Abtastung der Eingangssignale. Jeder Eingang (3 Spannungen und 3 Ströme) wird 1024 Mal in zehn Perioden abgetastet. Die Dauer einer solchen Periode hängt von der Frequenz am Synchronisationseingang (einer der drei Spannungs- oder Stromeingänge) ab. Bei 50 Hz beträgt die Periodendauer 20 ms.
Grundmesswerte werden am Ende jeder Abtastperiode berechnet, und die Ergebnisse stehen auf dem Display zur Verfügung oder werden aufgezeichnet.
Ergebnisse der schnellen Fourier-Transformation (FFT) werden 1,5 Mal pro Sekunde berechnet.

14.3 Spannung, Strom und Frequenz (U, I, F)

Spannungs- und Stromwerte werden nach folgender Gleichung gemessen:

Phasenspannung: $$Ux = \sqrt{\frac{1}{1024}\sum_{j=1}^{1024} Ux_j^2} \quad [V],$$

Phasenstrom: $$Ix = \sqrt{\frac{1}{1024}\sum_{j=1}^{1024} Ix_j^2} \quad [A],$$

Leiter-Leiter-Spannung: $$Uxy = \sqrt{\frac{1}{1024}\sum_{j=1}^{1024} (Ux_j - Uy_j)^2} \quad [V],$$

Das Instrument bietet 4 Spannungsmessbereiche. Mittelspannungs- und Hochspannungsnetze können mithilfe von Spannungswandlern und dem Spannungsfaktor U Eing.K gemessen werden.

Das Instrument bietet 2 Strommessbereiche. Stromwerte, die höher als der Eingangsstrombereich des Gerätes sind, können mithilfe von Stromwandlern und dem Stromfaktor I Eing. K gemessen werden.

Mit dem Instrument können 4-Leiter- und 3-Leiter-Netze (4-L bzw. 3-L) überprüft werden.

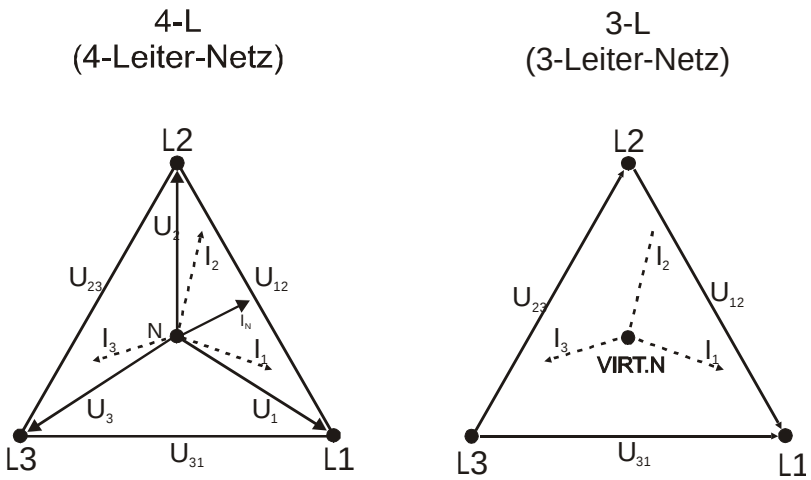


Bild 14.1

14.4 Leistung

Die Leistung mit mit folgender Gleichung gemessen:

Phasenwirkleistung: $$Px = \frac{1}{1024}\sum_{j=1}^{1024} Ux_j * Ix_j \quad [W]$$

Die Schein- und Blindleistung, die Spannung, der Scheitelfaktor und der Leistungsfaktor werden gemäß folgender Gleichung berechnet:

Phasenscheinleistung: $$Sx = Ux * Ix \quad [VA],$$

Phasenblindleistung: $$Qx = \sqrt{Sx^2 - Px^2} \quad [Var],$$

Phasenspannungs-Scheitelfaktor: $$Ux_{cr} = \frac{Ux_{max}}{Ux},$$

Phasenstrom-Scheitelfaktor: $$Ix_{cr} = \frac{Ix_{max}}{Ix},$$

Phasen-cos φ: $$Cos\varphi_x = Cos\varphi u_x - Cos\varphi i_x,$$

Phasenleistungsfaktor: $$PFx = \frac{Px}{Sx}.$$

Die Wirk-, Blind- und Scheinleistung und der Leistungsfaktor für alle Phasen zusammen werden nach folgender Gleichung berechnet:

Gesamtwirkleistung: $Pt = P1 + P2 + P3$ [VA],

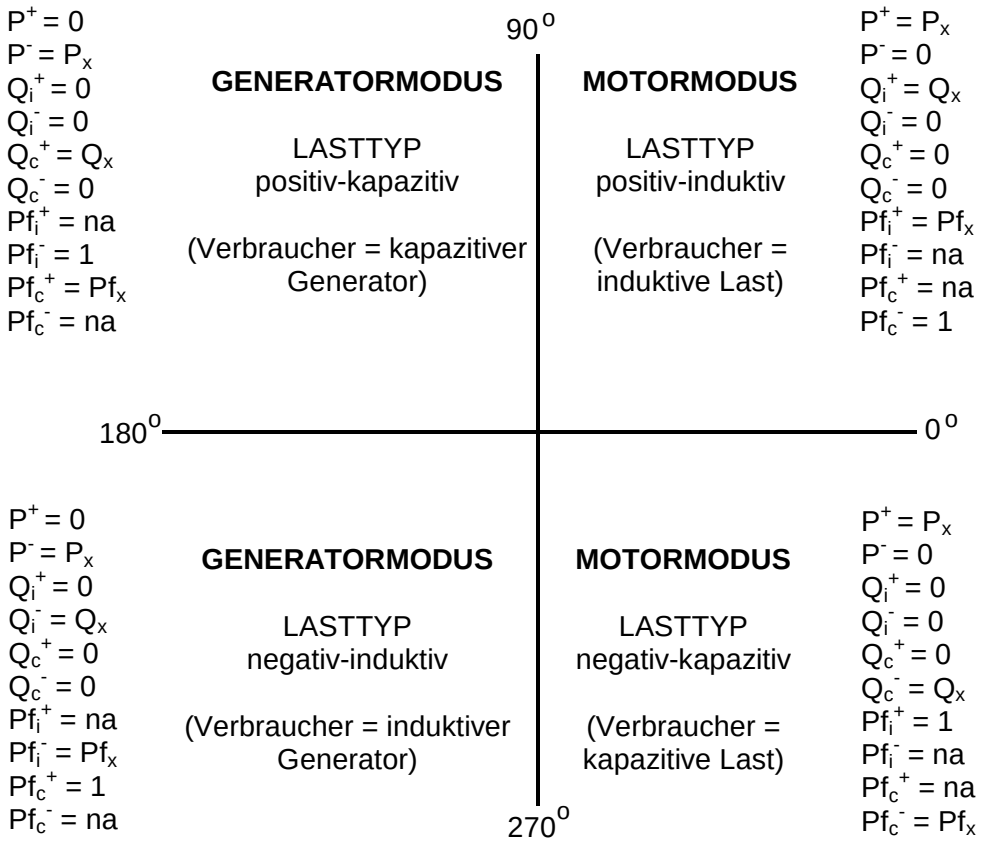
Gesamtblindleistung: $Qt = Q1 + Q2 + Q3$ [Var],

Gesamtscheinleistung: $St = \sqrt{(Pt^2 + Qt^2)}$ [VA],

Gesamtleistungsfaktor: $PFtot = \frac{Pt}{St}$.

Die Wirkleistung wird in zwei Teile unterteilt: Import (positiv - motorisch) und Export (negativ - generatorisch). Die Blindleistung und der Leistungsfaktor werden in vier Größen unterschieden: positiv-induktiv (+i), positiv-kapazitiv (+c), negativ-induktiv (-i) und negativ-kapazitiv (-c).

Leistungsdiagramm (motorisch/generatorisch und induktiv/kapazitiv/Polarität)



na – nicht zutreffend)

Bild 14.2

14.5 Harmonische

Ein Berechnungsverfahren mit der Bezeichnung schnelle Fourier-Analyse (FFT) wird zur Übersetzung des AD-gewandelten Eingangssignals in sinusförmige Komponenten benutzt. Die folgende Gleichung beschreibt die Beziehung zwischen Eingangssignal und seiner Frequenzdarstellung. Die Obergrenze der Summenfunktion in der Gleichung (∞) wird durch die Abtastrate bestimmt. Die höchste Oberschwingungsfrequenz ist ungefähr halb so groß wie die Abtastfrequenz.

$$u(t) = c_{U0} + \sum_{n=0}^{\infty} c_{Uk} \sin(n \cdot 2\pi f_1 t + \varphi_{Un})$$

c_{U0} – DC component

c_{Un} – amplitude of n - ordered voltage harmonic

φ_{Un} – phase shift of n ordered voltage harmonic

f_1 – fundamental freqency

Die Klirrfaktorwerte für Phasenspannung und -strom (THD) und die einzelnen Harmonischen für Phasenspannung und -strom werden nach folgenden Gleichungen berechnet:

Phasenspannungs-Klirrfaktor:
$$THD_{Ux} = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{50} hn_{Ux}^{\,2}}}{h1_{Ux}} * 100 \quad [\%],$$

Phasenstrom-Klirrfaktor:
$$THD_{Ix} = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{50} hn_{Ix}^{\,2}}}{h1_{Ix}} * 100 \quad [\%],$$

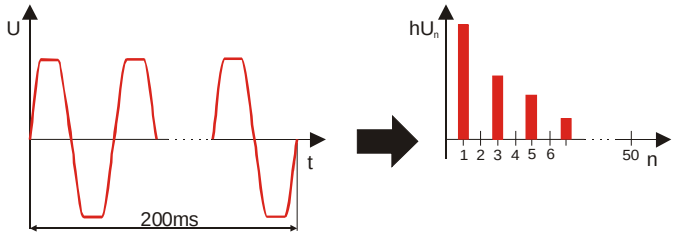
Die einzelnen Harmonischen der Phasenspannung und des Phasenstromes werden in Absolut- und Prozentwerten dargestellt. Der prozentuale Anteil wird mit folgenden Gleichungen berechnet:

Einzelne Spannungsharmonische:
$$Hn_{Ux} = \frac{hn_{Ux}}{h1_{Ux}} * 100 \quad [\%],$$

Einzelne Stromharmonische:
$$Hn_{Ix} = \frac{hn_{Ix}}{h1_{Ix}} * 100 \quad [\%],$$

hn – n - ordered harmonic (voltage or current)

Spannungsharmonische und Klirrfaktor



Stromharmonische und Klirrfaktor

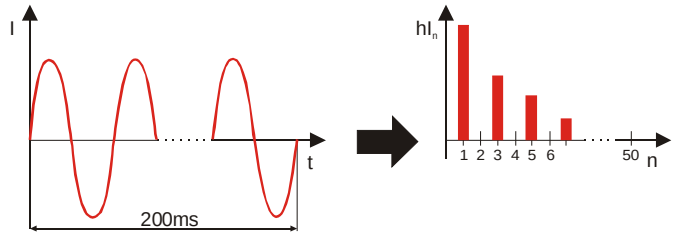
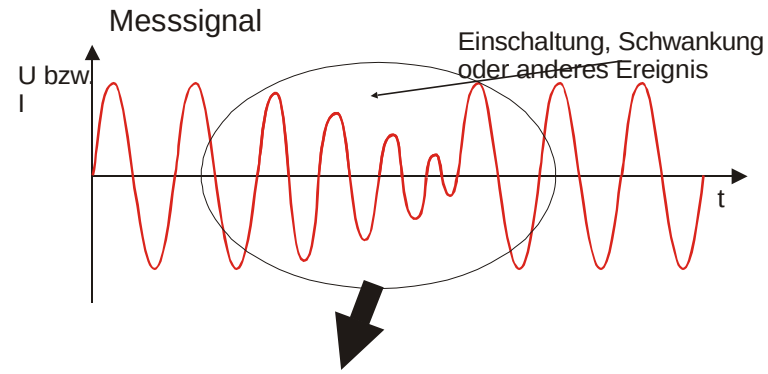


Bild 14.3

14.6 Einschaltspitzen

Die Messung der Einschaltspitzen dient der Analyse der Spannungs- und Stromschwankungen beim Anlauf von Motoren oder anderen Verbrauchern mit hoher Leistung. Es werden Echt-Effektivwerte pro 10 ms (halbe Periode) gemessen, und der Mittelwert der Ergebnisse aller halben Perioden wird in jedem voreingestellten Intervall aufgezeichnet. Die Aufzeichnung der Einschaltspitzen beginnt, wenn die voreingestellte Auslösung eintritt.



Einschaltaufzeichnung

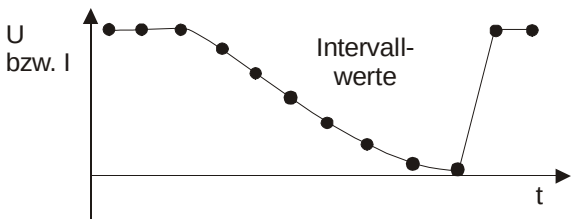
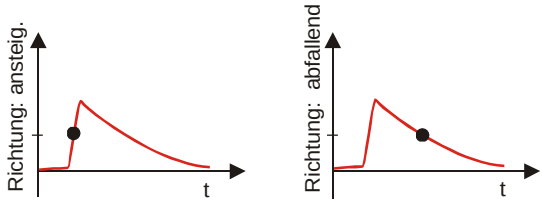


Bild 14.4

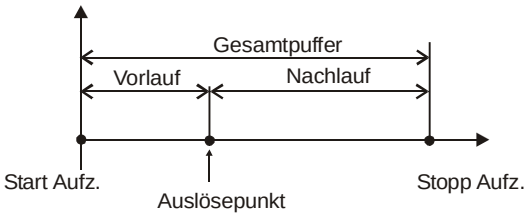
Die Aufzeichnung der Einschaltspitzen beginnt, wenn die voreingestellte Auslösung gerade eintritt. Ein Pufferspeicher wird in Vorlaufpuffer (Messwerte vor dem Auslösepunkt) und Nachlaufpuffer (Messwerte nach dem Auslösepunkt) unterteilt.

Auslösung



Eingang: I1, I2, I3, Ix - Auslösekanäle
Pegel: vordefinierter Echt-Effektivwert
Richtung: aufsteigend/abfallend

Vorlauf- und Nachlaufpuffer



Vorlaufpuffer: 20 / 80 % Gesamtpuffer
Nachlaufpuffer wird als negat. Zeit betrachtet

Bild 14.5

14.7 Spannungsereignisse

Spannungsanomalien (Anstiege, Absenkungen, Unterbrechungen) geschehen, wenn eine Spannung ihre Grenzwerte über- oder unterschreitet. Die Effektivwerte jeder halben Eingangsperiode werden für den Vergleich benutzt. Ober- und Untergrenzen (Ansprechwerte) werden in Prozent der Nennspannung eingestellt und können zwischen 1% und 35% über oder unter der Nennspannung liegen. Die Unterbrechung kann zwischen 1% und 20% der Nennspannung eingestellt werden. Für jede erkannte Spannungsanomalie speichert das Instrument:

- Datum und Uhrzeit des Beginns der Anomalie,
- Min. und Max. der Spannung während der Anomalie,
- Dauer der Anomalie.

Die Aufzeichnung von Spannungsanomalien wird bei ausgewählten Spannungseingängen aktiviert.

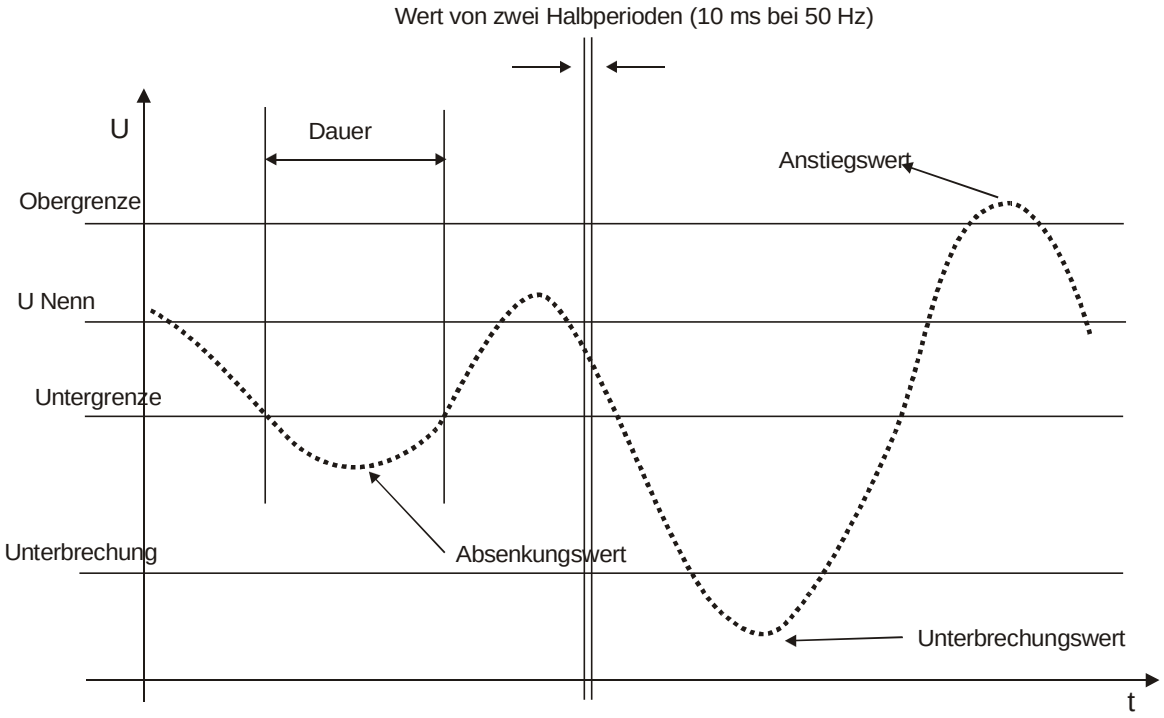


Bild 14.6

14.8 Phasendiagramm

Das Phasendiagramm (U-I) ist für die Vektor-Phasen-Darstellung von Spannungen und Strömen in Bezug auf das gemessene Netz gedacht. Es wird hauptsächlich für die Kontrolle des richtigen Anschlusses der Messleitungen und Stromklemmen benutzt.

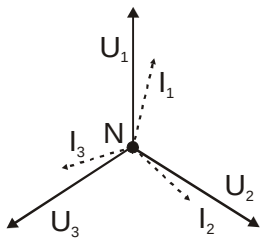


Bild 14.7

Das Phasendiagramm (SYM) dient der Darstellung der Strom- und Spannungssymmetrie des zu messenden Netzes. Es wird mit der Methode der symmetrischen Komponenten (Null-, Mit- und Gegenkomponente) berechnet.

Eine Unsymmetrie der Versorgungsspannung bzw. des Stromes wird als Verhältnis der Gegenkomponente zur Mitkomponente definiert.

$$\text{asymU} = \frac{|U-|}{|U+|} \cdot 100\,\% = \frac{\text{negative sequence}}{\text{postive sequence}} \cdot 100\,\%$$

$$\text{asymI} = \frac{|I-|}{|I+|} \cdot 100\,\% = \frac{\text{negative sequence}}{\text{postive sequence}} \cdot 100\,\%$$

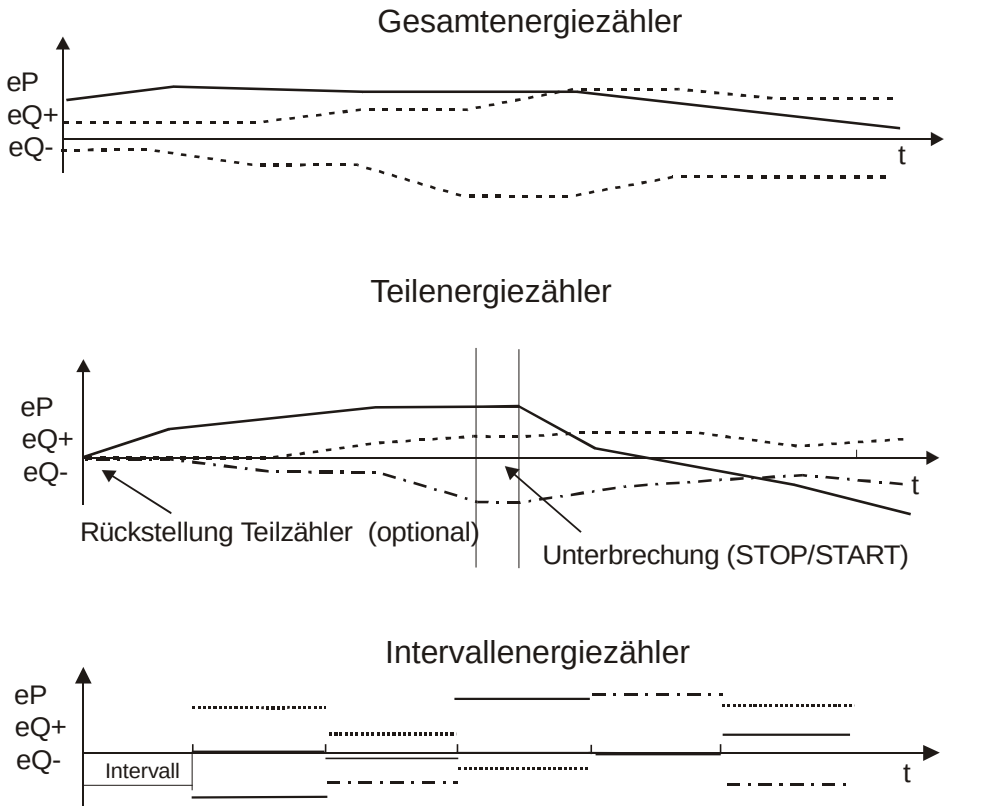
14.9 Energie

Der Energieschreiber enthält drei verschiedene Zähler für Wirk- und Blindenergie. Der Gesamtzähler ist für die Messung der Energie über einen großen Zeitbereich gedacht. Wenn die Energiezählung beginnt, summiert er die Energie zum bestehenden Zählerstand. Die Zählerstände können nur im Konfigurationsmenü gelöscht werden.

Der Teilzähler ist für die Messung der Energie über kürzere Zeitbereiche gedacht. Er kann bei Beginn der Aufzeichnung gelöscht werden oder nicht.

Der Intervallzähler misst die Energie über ein vorbestimmtes Intervall, welches von 1 bis 15 Minuten eingestellt werden kann. Er wird bei jedem Start einer Aufzeichnung zurückgestellt.

Die Aufzeichnung kann mit der *STOP*-Taste unterbrochen und danach mit der *START*-Taste fortgesetzt werden.



Der Intervallzähler startet immer von Null und wird nach jedem Intervall zurückgestellt. Das Intervall kann von 1 bis 15 min eingestellt werder

eP - Wirkenergie
eQ+ - positive Blindenergie
eQ- - negative Blindenergie

Bild: 14.8

15 PowerQ Link PC-Software

Das Gerät Power Q ***Plus*** MI 2392 wird mit einer Windows-Software ausgeliefert, die benutzt werden kann für

- das Herunterladen aufgezeichneter Daten;
- die Offline-Analyse aufgezeichneter Daten.

Die Software stellt ebenfalls die notwendigen Tools für die Einbeziehung von Messdaten in verschiedene Berichte zur Verfügung.

Die Mindestanforderungen an den PC für die Ausführung der Software ist seine Windows 95-Fähigkeit.

15.1 Systemanforderungen

Computer	Pentium oder komptibles System mit einem freien seriellen Port (RS232)
Betriebssystem	Windows 98/ME, Windows 2000, Windows XP

15.2 Installation von Powerq Link

Dieser Abschnitt beschreibt die Installation und Konfiguration der Software PowerQ Link, mit der Ihr Computer mit dem Instrument kommunizieren kann.

15.2.1 Installieren der PowerQ Link-Software

Legen Sie die Installations-CD in das CD-Laufwerk ein. Auf dem Bildschirm erscheint das Setup-Programm. Klicken Sie auf **Install PowerQ Link**. Sie werden zur Auswahl des Zielordners aufgefordert, in dem die Software installiert wird. Der Standardordner ist **C:\Program Files\PowerQLink**. Wenn Sie die Software in einem anderen Ordner installieren wollen, klicken Sie auf **Durchsuchen** (Browse). Wenn Sie fertig sind, klicken Sie auf **Weiter** (Next), um die Installation zu starten. Das Installationsprogramm plaziert ein Kürzel in das Windows-**Startmenü**.

15.2.2 Konfiguration der Power Link-Software

Starten Sie nach Beendigung der Installation das PowerQ Link-Programm.
Als erstes sollten Sie den COM-Port und die Sprache einstellen. Wählen Sie *COM-Port* aus dem Menü *Einstellungen* und wählen Sie den verfügbaren COM-Port aus. Wählen Sie dann *Sprache* aus dem Menü *Einstellungen* und danach die gewünschte Sprache für die Menüs.

15.3 Anschluss des POWER Q PLUS instruments an den PC

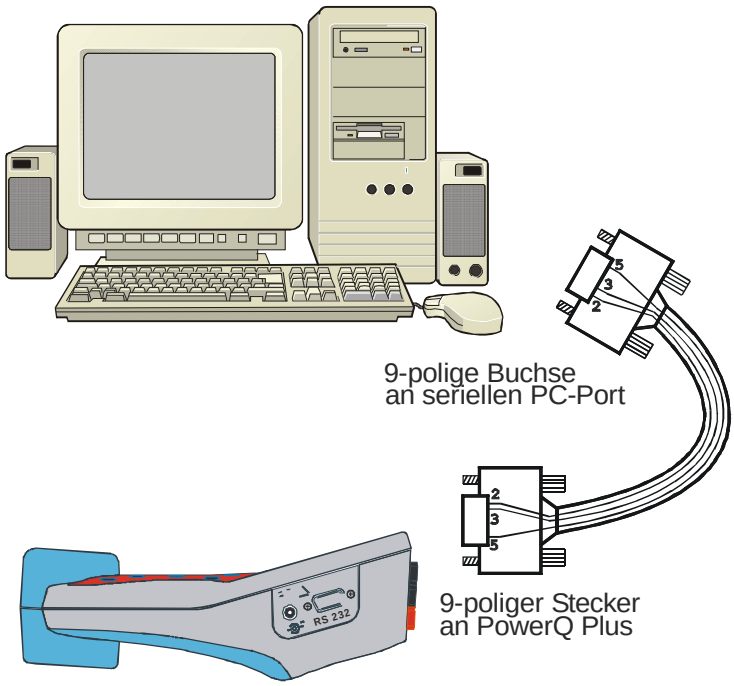


Bild 15.1: Anschließen des Instruments an einen PC

15.4 Vorstellung des POWERQ LINK-Bildschirms

Der Basisbildschirm ist der Ausgangspunkt für alle Aktionen.

- Herunterladen von Daten;
- Analyse heruntergeladener oder vorher gespeicherter Daten.

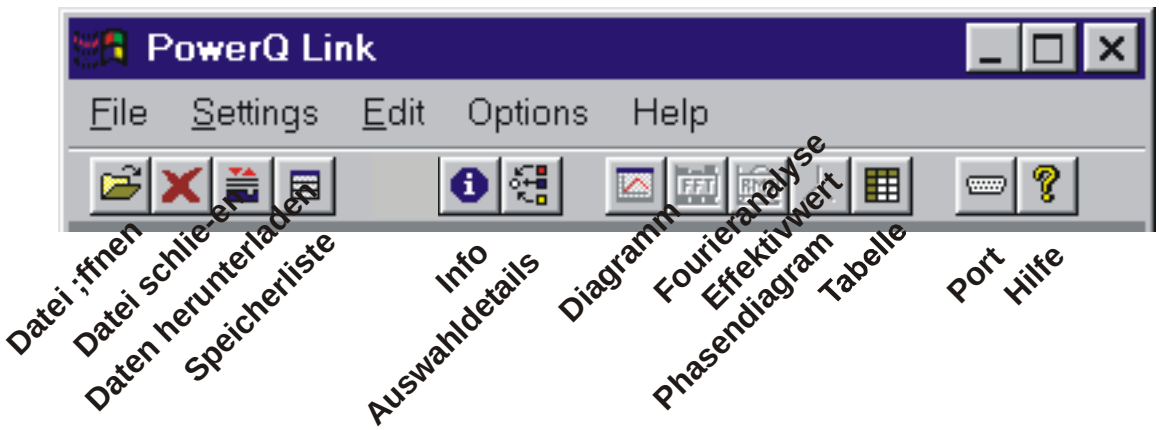


Bild 15.2: Wichtige Schaltfelder in der PowerQ Link-Werkzeugleis

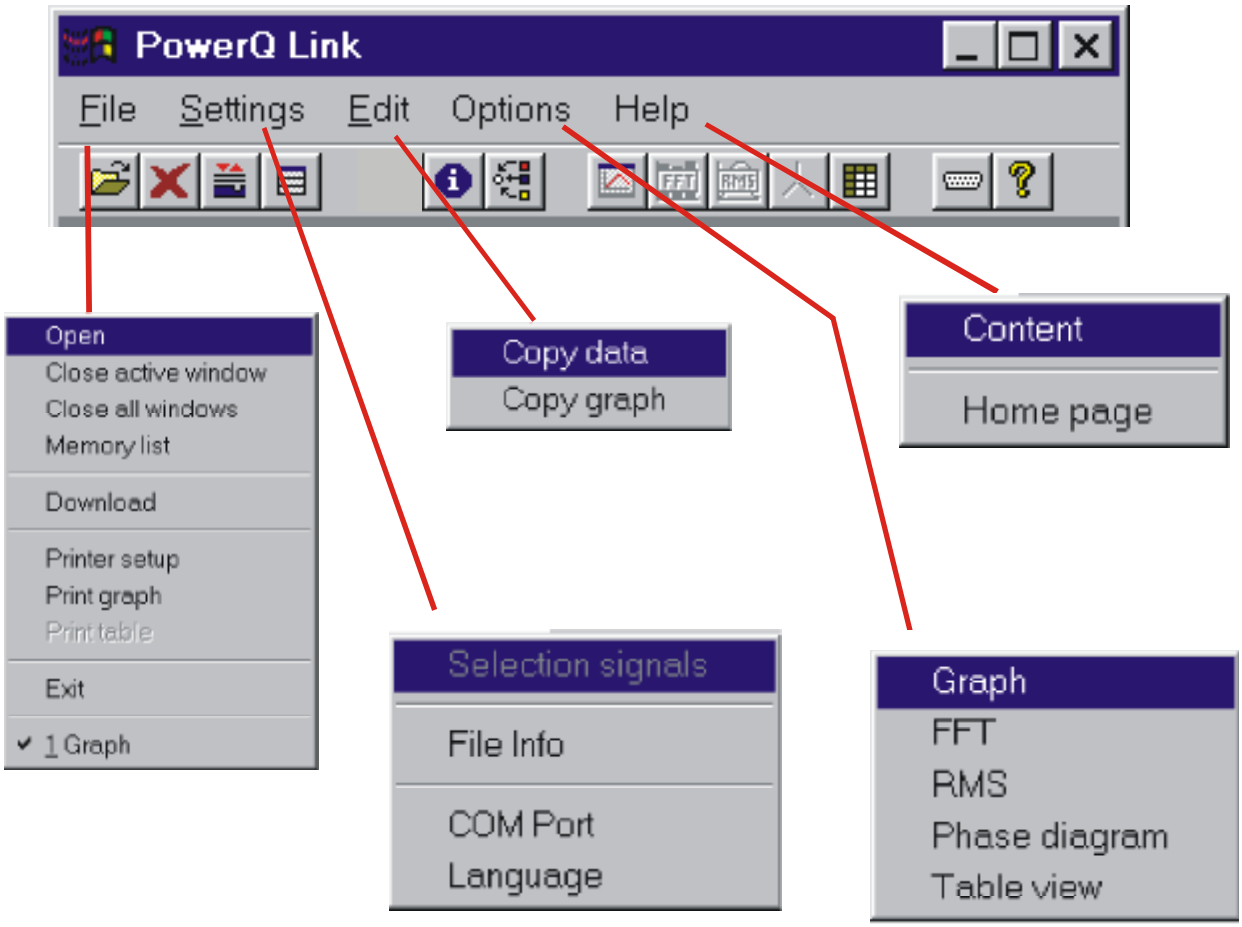


Bild 15.3: Pulldown-Menüs des Eröffnungsbildschirms

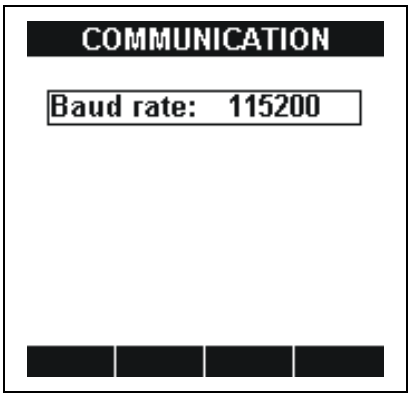
15.5 Herunterladen von Daten

Das Herunterladen von Daten ist in vier Schritte unterteilt:

1. Herunterladen der Speicherliste
2. Auswahl von Speichern zum Herunterladen
3. Herunterladen der ausgewählten Speicher
4. Festlegung des Zieldateinamens

Wählen Sie zum Start des Herunterladens *Download* aus dem Menü *Datei*. Wenn das Programm keine Verbindung zum Gerät herstellen kann, ist zu kontrollieren, ob die Baudrate richtig eingestellt wurde (muss den gleichen Wert im Gerät und im PC haben) und ob das serielle Kabel richtig angeschlossen wurde (siehe Abschnitt „Port“).

Kommunikationseinstellung am Instrument



Kommunikationseinstellung in PowerQ Link

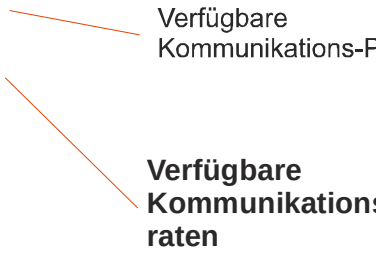
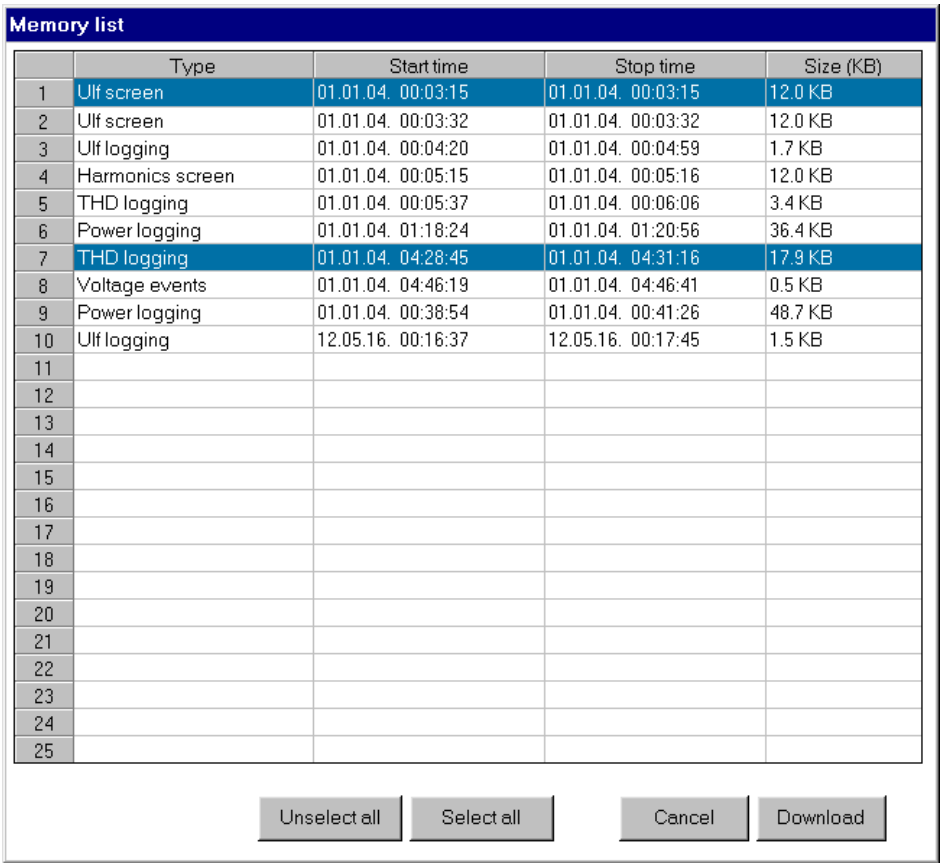


Bild 15.4: Einstellung der Baudrate und des COM-Ports

Speicherliste:

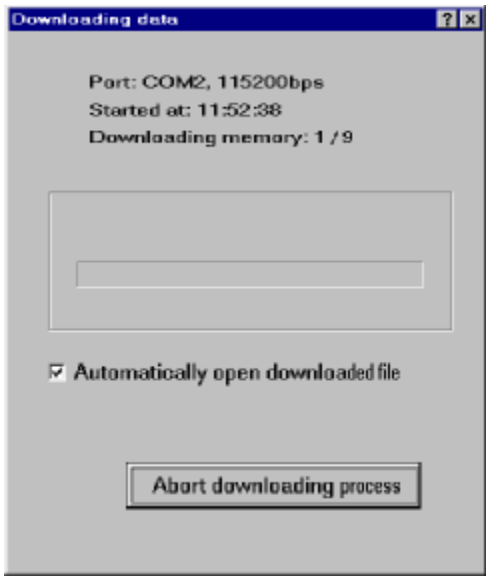


	Type	Start time	Stop time	Size (KB)
1	Ulf screen	01.01.04. 00:03:15	01.01.04. 00:03:15	12.0 KB
2	Ulf screen	01.01.04. 00:03:32	01.01.04. 00:03:32	12.0 KB
3	Ulf logging	01.01.04. 00:04:20	01.01.04. 00:04:59	1.7 KB
4	Harmonics screen	01.01.04. 00:05:15	01.01.04. 00:05:16	12.0 KB
5	THD logging	01.01.04. 00:05:37	01.01.04. 00:06:06	3.4 KB
6	Power logging	01.01.04. 01:18:24	01.01.04. 01:20:56	36.4 KB
7	THD logging	01.01.04. 04:28:45	01.01.04. 04:31:16	17.9 KB
8	Voltage events	01.01.04. 04:46:19	01.01.04. 04:46:41	0.5 KB
9	Power logging	01.01.04. 00:38:54	01.01.04. 00:41:26	48.7 KB
10	Ulf logging	12.05.16. 00:16:37	12.05.16. 00:17:45	1.5 KB
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				

In diesem Beispiel hat der Benutzer zwei Speicher für das Herunterladen ausgewählt: 1. Zeile: Ulf-Bildschirm und 7. Zeile: THD-Aufz. PowerQ Link lädt nur diese beiden Speicher herunter und sichert sie in einer Datei.

Bild 15.5: Speicherliste

Die Speicher können mit Linksklick in der entsprechenden Zeile ausgewählt/abgewählt werden.



Während des Herunterladens zeigt das Programm die Meldung *Lade Daten herunter* an.

Bild 15.6: Meldung „Lade Daten herunter“

Wenn ein Kommunikationsfehler auftritt oder der Benutzer die Schaltfläche *Herunterladen abbrechen* benutzt, zeigt das Programm einen Hinweis an und bietet drei Möglichkeiten:

Abbrechen - Anhalten des Downloads ohne Speicherung bereits heruntergeladener Daten;
Neu versuchen - erneuter Versuch des Herunterladens eines Problemspeichers;
Ignorieren - Übergehen des problematischen Speichers und Fortsetzung des Downloads.

Nachdem die Daten heruntergeladen wurden, können sie durch PC-Software gesichert und angezeigt werden.

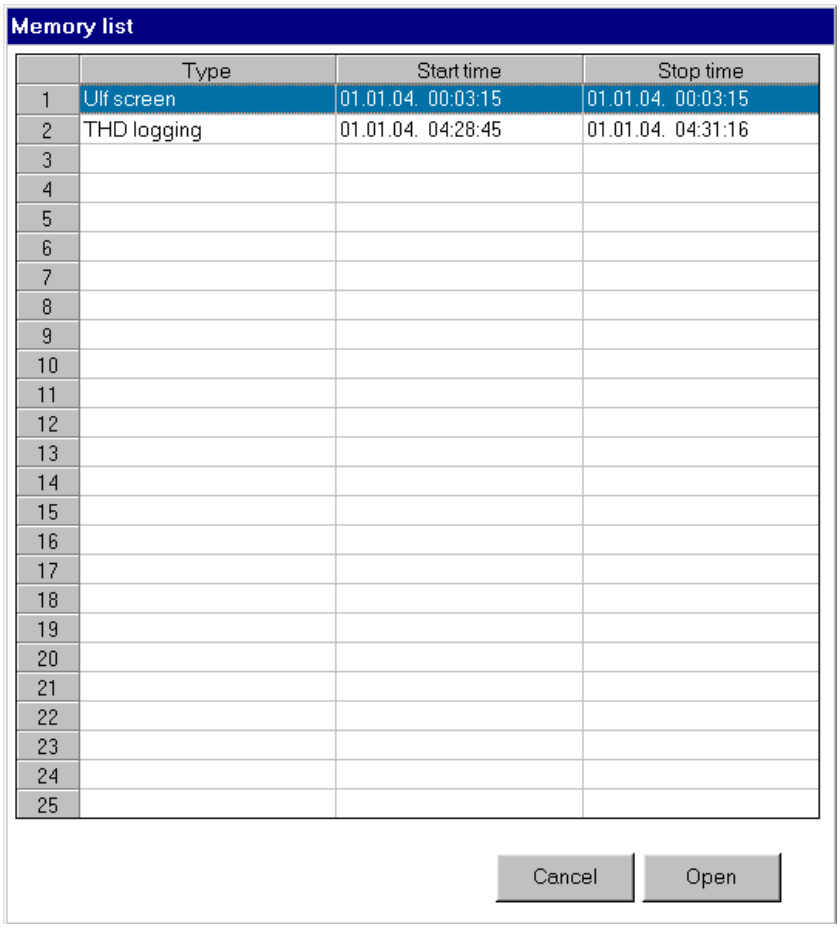


Bild 15.7: Heruntergeladene Speicher

15.6 Datenanzeige

15.6.1 Verfügbare Funktionen

	Diagramm	Effektivwert-Tabelle	Oberschw.-Diagramm	Daten in Tabellenform	Phasen-diagramm
Ulf-Bildschirm	**ü**	**ü**	**ü**	**ü**	**ü**
Leistungs-bildschirm	**ü**	**ü**	**ü**	**ü**	**ü**
Oberschw.-Bildschirm	**ü**	**ü**	**ü**	**ü**	**ü**
Phasen-diagramm-Bildschirm	**ü**	**ü**	**ü**	**ü**	**ü**
Ulf-Aufzeichn.	**ü**	**x**	**x**	**ü**	**x**
Leistungs-aufzeichn.	**ü**	**x**	**x**	**ü**	**x**
Klirrfaktor-Aufzeichn.	**ü**	**x**	**x**	**ü**	**x**

Hinweis:

Abgeleitete Größen, wie Leistung und Energie, werden im Instrument bzw. in PowerQ Link separat berechnet. Eine solche Funktion ermöglicht die Bereitstellung zusätzlicher Funktionalitäten in PowerQ Link. Allerdings könnten die Ergebnisse aufgrund der Unterschiede in den Berechnungsalgorithmen und der numerischen Genauigkeiten geringfügig voneinander abweichen.
Die übertragenen Aufzeichnungswerte werden nicht beeinträchtigt.

15.6.2 Kurvendiagramm

Das Standardkurvendiagramm ist den Gerätemessungen vorbehalten: UIf-Bildschirm, Leistungsbildschirm, Oberschwingungsbildschirm, Phasendiagramm. Diese Art des Diagramms stellt die Spannungs- und Strom-Rohdaten skaliert über die X-Achse (Zeit) und die Y-Achse (Werte in V und A) dar. Jede Signalart hat ihre eigene Y-Achsenskala, und die Datenkurve im Diagramm ist nach ihr skaliert Die Zeitachse ist in Millisekunden eingeteilt.

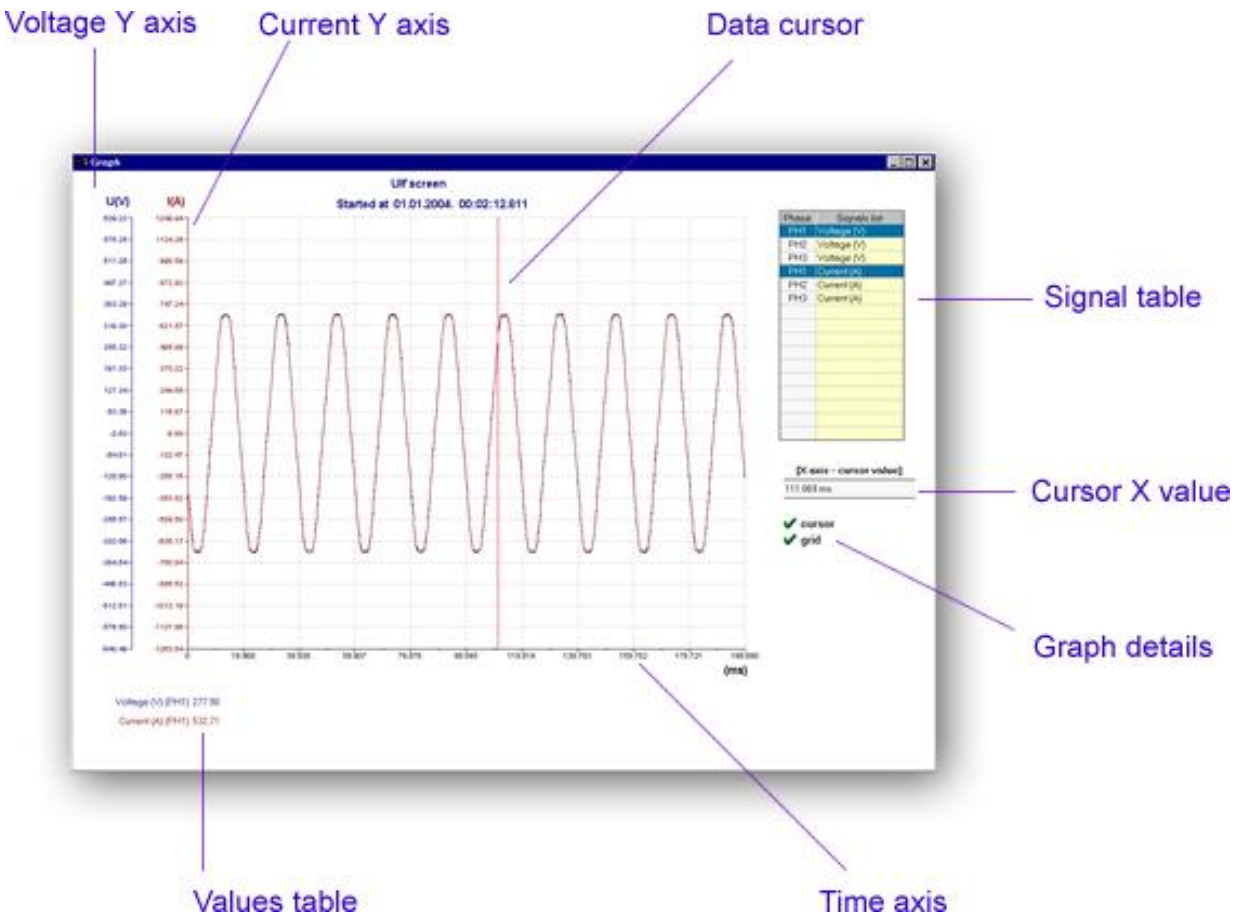


Bild 15.8: Diagrammdarstellung

Signaltabelle - Liste aller aufgezeichneten Signale: Die markierten Zeilen werden im Diagramm dargestellt. Zur Auswahl eines Signals muss der Benutzer die entsprechende Zeile anklicken. Das Signal wird dem Diagramm automatisch hinzugefügt. Es gibt zwei Spalten in der Tabelle: Die erste Spalte zeigt die Phase an (PH1 - Phase 1 etc.). In der anderen Spalte stehen die Signalbezeichnungen. Der Benutzer kann bis zu 9 Signale im Diagramm anzeigen lassen.
Datencursor - hellrote Linie, die dem Mauscursor folgt: Die Werte des Signals unter dem Cursor werden in der *Wertetabelle* und in der Zelle *Cursor-X-Wert* angezeigt. Im Menü *Diagrammdetails* kann der Cursor ausgeblendet werden. Es ist wichtig, zu verstehen, dass es aufgrund der Grafikauflösung des PC nicht möglich ist, jeden Punkt der Datenkurve im Diagramm anzuzeigen (die Zeichenroutine überspringt einige Punkte). Benutzen Sie die Zoom-Funktion zur Vergrößerung des interessierenden Teils des Diagramms, um sicherzustellen, dass der Cursor den Wert jedes Punktes der Datenkurve anzeigt.

Cursor-X-Wert - wenn der Datencursor eingeschaltet ist, wird der Wert der X-Achsen-Position in ms eingeblendet.

Wertetabelle - wenn der Datencursor eingeschaltet ist, werden in dieser Tabelle die Werte der ausgewählten Signale eingeblendet. Die Textfarben in der Tabelle stimmen mit den Kurvenfarben im Diagramm überein.

Ein- und Auszoomen - zur Ausführung der Zoom-Funktion ist die linke Maustaste im Bereich des Diagramms zu drücken und zu halten und gleichzeitig die Maus zu verschieben. Wenn die Maustaste losgelassen wird, zeigt das Programm den vergrößerten Teil des Diagramms an. Für das Auszoomen ist die rechte Maustaste im Diagrammbereich zu drücken.

Export von Daten aus dem Kurvenfenster in andere Programme (z. B. Microsoft Excel)

Wählen Sie aus dem Menü *Bearbeiten* den Punkt *Daten kopieren*. Führen Sie Excel aus und wählen Sie *Einfügen* aus dem dortigen Menü *Bearbeiten*. Es werden nur die in PowerQ Link ausgewählten Signale kopiert. Das gleiche Verfahren gilt für den Export des Diagramms als ein Bild.

15.6.3 Oberschwingungsdiagramm

Die Oberschwingungsdiagramm-Funktion zeigt Spannungs- und Stromharmonische in zwei getrennten Diagrammen, Spannungs- und Stromdiagramm. In jedem Diagramm gibt es 52 Balken auf der X-Achse: Gleichanteil, 1. - 50. Harmonische und Klirrfaktor. Dieses Diagramm ist praktisch für Instrumentenmessungen: UIf-Bildschirm, Leistungsbildschirm, Oberschwingungsbildschirm, Phasendiagramm.

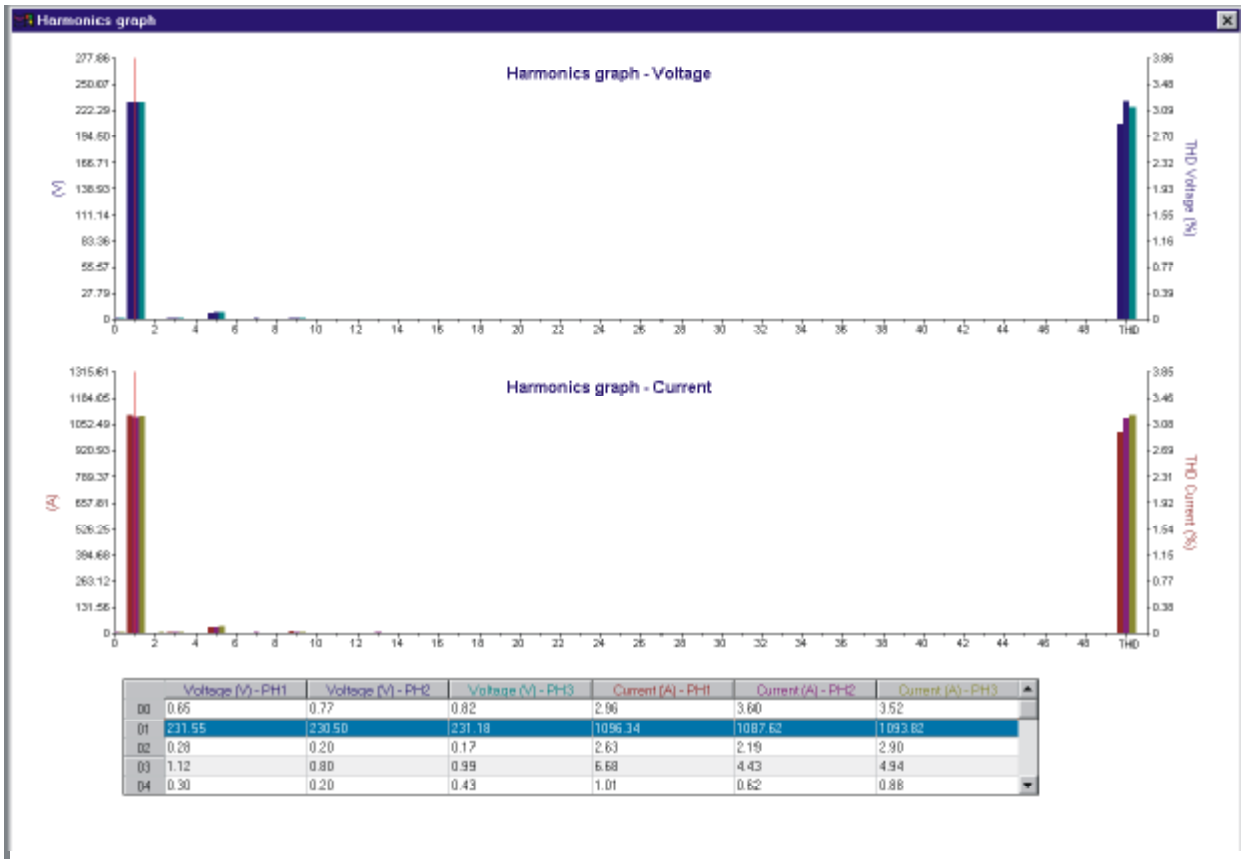

Harmonics graph
Harmonics graph - Voltage
Harmonics graph - Current
THD Voltage (%)
THD Current (%)
(V)
(A)
THD
Voltage (V) - PH1
Voltage (V) - PH2
Voltage (V) - PH3
Current (A) - PH1
Current (A) - PH2
Current (A) - PH3
00 0.65 0.77 0.82 2.96 3.60 3.52
01 231.55 230.50 231.18 1096.34 1087.62 1093.82
02 0.28 0.20 0.17 2.63 2.19 2.90
03 1.12 0.80 0.99 6.68 4.43 4.94
04 0.30 0.20 0.43 1.01 0.62 0.88

Bild 15.9: Oberschwingungsdiagramm

Datentabelle - Liste aller aufgezeichneten Signale: Die markierten Zeilen werden im Diagramm dargestellt. Zur Auswahl eines Signals muss der Benutzer die entsprechende Zeile anklicken. Die Signale werden automatisch gezeichnet. Es gibt zwei Spalten in der Tabelle: Die erste Spalte zeigt die Phase an (PH1 - Phase 1 etc.). In der anderen Spalte stehen die Signalbezeichnungen. Der Benutzer kann bis zu 9 Signale im Diagramm anzeigen lassen.

Datencursor - hellrote Linie, die dem Mauscursor für das ausgewählte Signal folgt.

Export von Daten aus dem Oberschwingungsfenster in andere Programme (z. B. Microsoft Excel)
Wählen Sie aus dem Menü *Bearbeiten* den Punkt *Daten kopieren*. Führen Sie Excel aus und wählen Sie *Einfügen* aus dem dortigen Menü *Bearbeiten*. Es werden alle Signale aus der Tabelle kopiert. Das gleiche Verfahren gilt für den Export des Diagramms als ein Bild.

15.6.4 Aufzeichnungsdiagramm

Das Standardaufzeichnungs-Diagramm ist für die Messaufzeichnungen des Instruments gedacht: Ulf-Aufzeichnung, Klirrfaktoraufzeichnung, Einschaltaufzeichnung und Leistungsaufzeichnung. Jede Signalart hat ihre eigene Y-Achsen-Skala.

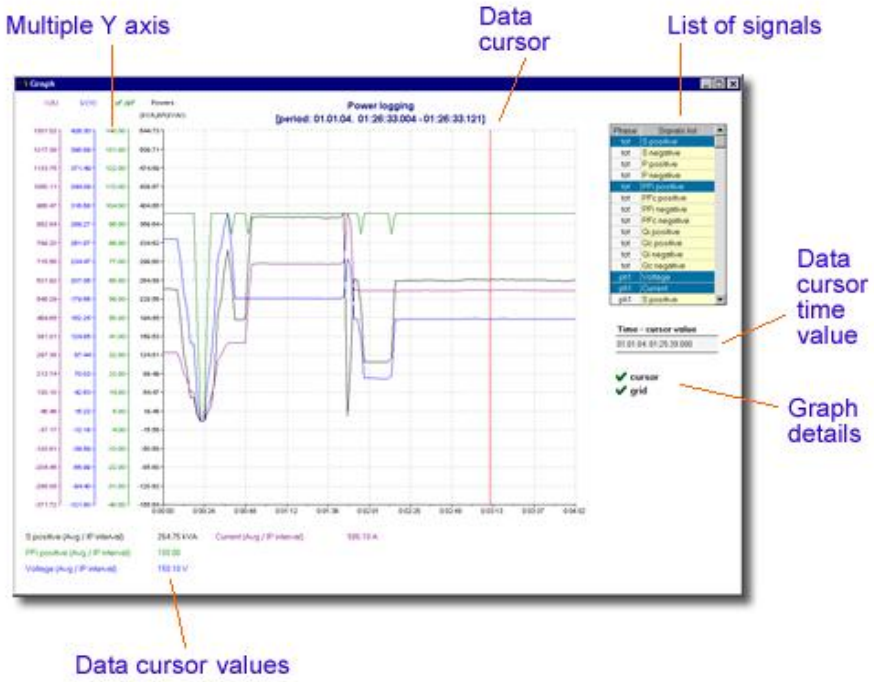


Bild 15.10: Aufzeichnungsdiagramm

Signaltabelle - Liste aller aufgezeichneten Signale: Die markierten Zeilen werden im Diagramm dargestellt. Zur Auswahl eines Signals muss der Benutzer die entsprechende Zeile anklicken. Das Signal wird dem Diagramm automatisch hinzugefügt. Es gibt zwei Spalten in der Tabelle: Die erste Spalte zeigt die Phase an (PH1 - Phase 1 etc.). In der anderen Spalte stehen die Signalbezeichnungen. Der Benutzer kann bis zu 9 Signale im Diagramm anzeigen lassen.

Datencursor - hellrote Linie, die dem Mauscursor folgt: Die Werte des Signals unter dem Cursor werden in der *Wertetabelle* und in der Zelle *Cursor-X-Wert* angezeigt. Im Menü *Diagrammdetails* kann der Cursor ausgeblendet werden. Es ist wichtig, zu verstehen, dass es aufgrund der Grafikauflösung des PC nicht möglich ist, jeden Punkt der Datenkurve im Diagramm anzuzeigen (die Zeichenroutine überspringt einige Punkte). Benutzen Sie die Zoom-Funktion zur Vergrößerung des interessierenden Teils des Diagramms, um sicherzustellen, dass der Cursor den Wert jedes Punktes der Datenkurve anzeigt.

Cursor-X-Wert - wenn der Datencursor eingeschaltet ist, wird der Wert der X-Achsen-Position in ms eingeblendet.

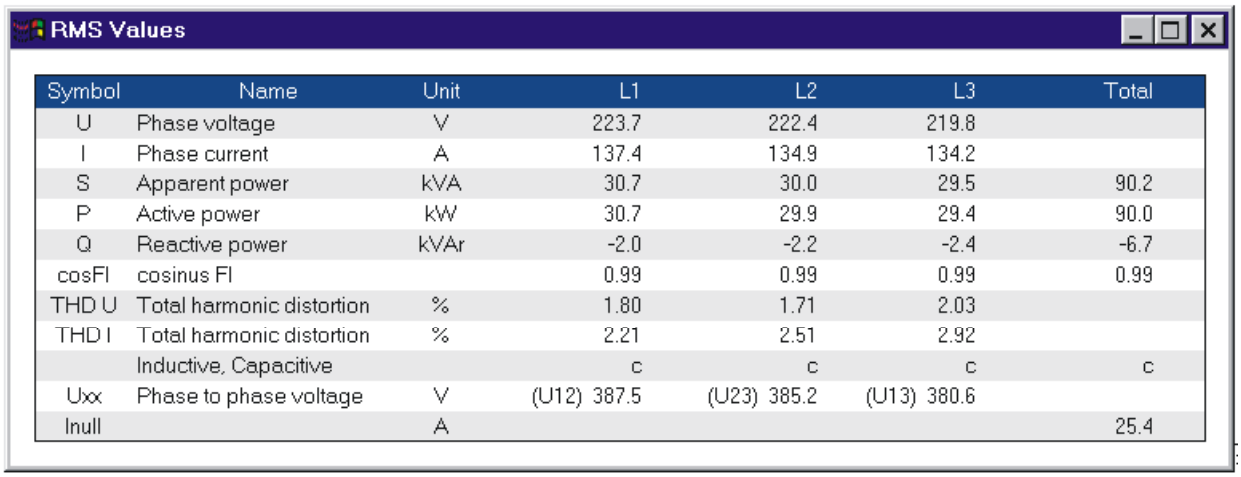
Wertetabelle - wenn der Datencursor eingeschaltet ist, werden in dieser Tabelle die Werte der ausgewählten Signale eingeblendet. Die Textfarben in der Tabelle stimmen mit den Kurvenfarben im Diagramm überein.

Ein- und Auszoomen - zur Ausführung der Zoom-Funktion ist die linke Maustaste im Bereich des Diagramms zu drücken und zu halten und gleichzeitig die Maus zu verschieben. Wenn die Maustaste losgelassen wird, zeigt das Programm den vergrößerten Teil des Diagramms an. Für das Auszoomen ist die rechte Maustaste im Diagrammbereich zu drücken.

Export von Daten aus dem Kurvenfenster in andere Programme (z. B. Microsoft Excel)
Wählen Sie aus dem Menü *Bearbeiten* den Punkt *Daten kopieren*. Führen Sie Excel aus und wählen Sie *Einfügen* aus dem dortigen Menü *Bearbeiten*. Es werden nur die in PowerQ Link ausgewählten Signale kopiert. Das gleiche Verfahren gilt für den Export des Diagramms als ein Bild.

15.6.5 Effektivwert-Tabelle

Die Effektivwert-Tabelle zeigt gezählte Effektivwerte für alle drei Phasen und die Summen jeder Größe an.



Symbol	Name	Unit	L1	L2	L3	Total
U	Phase voltage	V	223.7	222.4	219.8	
I	Phase current	A	137.4	134.9	134.2	
S	Apparent power	kVA	30.7	30.0	29.5	90.2
P	Active power	kW	30.7	29.9	29.4	90.0
Q	Reactive power	kVAr	-2.0	-2.2	-2.4	-6.7
cosFI	cosinus FI		0.99	0.99	0.99	0.99
THD U	Total harmonic distortion	%	1.80	1.71	2.03	
THD I	Total harmonic distortion	%	2.21	2.51	2.92	
	Inductive, Capacitive		c	c	c	c
Uxx	Phase to phase voltage	V	(U12) 387.5	(U23) 385.2	(U13) 380.6	
Inull		A				25.4

Bild 15.11: Effektivwert-Tabelle

Export von Daten aus der Effektivwert-Tabelle in andere Programme (z. B. Microsoft Excel)
Wählen Sie aus dem Menü *Bearbeiten* den Punkt *Daten kopieren*. Führen Sie Microsoft Excel aus und wählen Sie *Einfügen* aus dem dortigen Menü *Bearbeiten*.

15.6.6 Phasendiagramm

Das Phasendiagramm stellt in zwei getrennten Diagrammen die Spannungs- und Strom-Phasenwinkel und die Symmetrie des gemessenen Netzes dar.

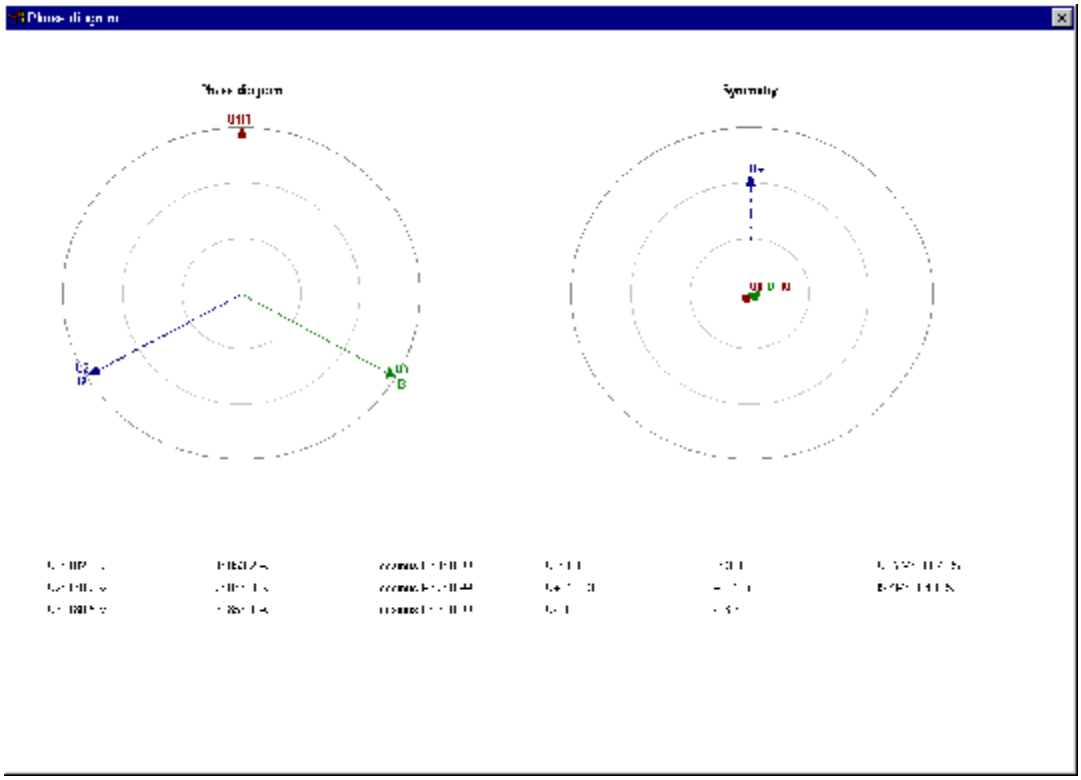
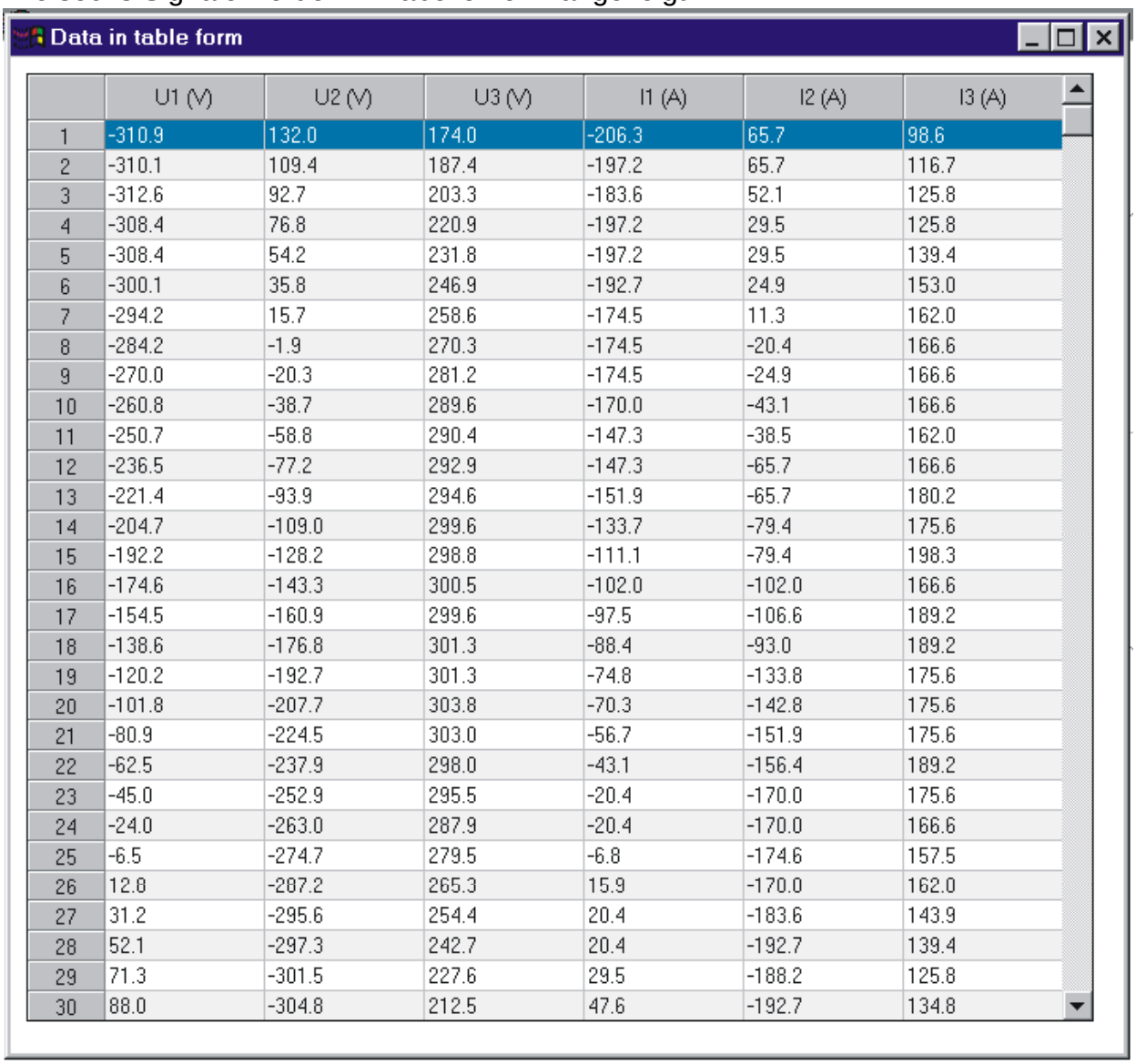


Bild 15.12: Phasendiagramm

Das Phasendiagramm kann als Bild über den Menübefehl *Bearbeiten - Diagramm kopieren* kopiert werden.

15.6.7 Datentabelle

Alle sechs Signale werden in Tabellenform angezeigt.



	U1 (V)	U2 (V)	U3 (V)	I1 (A)	I2 (A)	I3 (A)
1	-310.9	132.0	174.0	-206.3	65.7	98.6
2	-310.1	109.4	187.4	-197.2	65.7	116.7
3	-312.6	92.7	203.3	-183.6	52.1	125.8
4	-308.4	76.8	220.9	-197.2	29.5	125.8
5	-308.4	54.2	231.8	-197.2	29.5	139.4
6	-300.1	35.8	246.9	-192.7	24.9	153.0
7	-294.2	15.7	258.6	-174.5	11.3	162.0
8	-284.2	-1.9	270.3	-174.5	-20.4	166.6
9	-270.0	-20.3	281.2	-174.5	-24.9	166.6
10	-260.8	-38.7	289.6	-170.0	-43.1	166.6
11	-250.7	-58.8	290.4	-147.3	-38.5	162.0
12	-236.5	-77.2	292.9	-147.3	-65.7	166.6
13	-221.4	-93.9	294.6	-151.9	-65.7	180.2
14	-204.7	-109.0	299.6	-133.7	-79.4	175.6
15	-192.2	-128.2	298.8	-111.1	-79.4	198.3
16	-174.6	-143.3	300.5	-102.0	-102.0	166.6
17	-154.5	-160.9	299.6	-97.5	-106.6	189.2
18	-138.6	-176.8	301.3	-88.4	-93.0	189.2
19	-120.2	-192.7	301.3	-74.8	-133.8	175.6
20	-101.8	-207.7	303.8	-70.3	-142.8	175.6
21	-80.9	-224.5	303.0	-56.7	-151.9	175.6
22	-62.5	-237.9	298.0	-43.1	-156.4	189.2
23	-45.0	-252.9	295.5	-20.4	-170.0	175.6
24	-24.0	-263.0	287.9	-20.4	-170.0	166.6
25	-6.5	-274.7	279.5	-6.8	-174.6	157.5
26	12.8	-287.2	265.3	15.9	-170.0	162.0
27	31.2	-295.6	254.4	20.4	-183.6	143.9
28	52.1	-297.3	242.7	20.4	-192.7	139.4
29	71.3	-301.5	227.6	29.5	-188.2	125.8
30	88.0	-304.8	212.5	47.6	-192.7	134.8

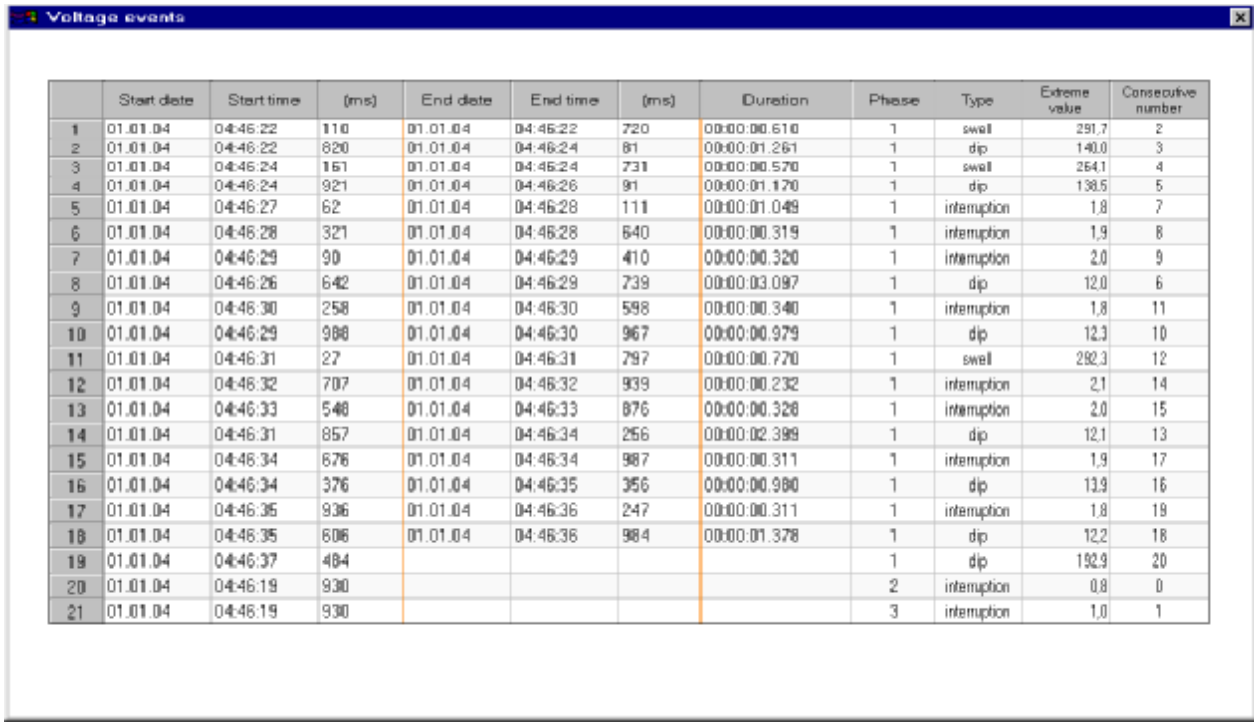
Bild 15.13: Datentabelle

Die Tabelle kann durch den Menübefehl *Bearbeiten - Daten kopieren* in die Zwischenablage kopiert werden.

15.6.8 Spannungsereignisse

Die Spannungsereignisfunktion ist für die Aufzeichnung von Spannungsanomalien (Absenkungen, Unterbrechungen und Anstiege) gedacht. Für jedes Ereignis speichert das Instrument folgende Informationen:

- Start- und Endzeit,
- Ereignisart,
- Phase,
- Extremwert,
- Laufende Nummer.



	Start date	Start time	(ms)	End date	End time	(ms)	Duration	Phase	Type	Extreme value	Consecutive number
1	01.01.04	04:46:22	110	01.01.04	04:46:22	720	00:00:00.610	1	swell	291.7	2
2	01.01.04	04:46:22	820	01.01.04	04:46:24	81	00:00:01.261	1	dip	140.0	3
3	01.01.04	04:46:24	161	01.01.04	04:46:24	731	00:00:00.570	1	swell	264.1	4
4	01.01.04	04:46:24	921	01.01.04	04:46:26	91	00:00:01.170	1	dip	138.5	5
5	01.01.04	04:46:27	62	01.01.04	04:46:28	111	00:00:01.049	1	interruption	1.8	7
6	01.01.04	04:46:28	321	01.01.04	04:46:28	640	00:00:00.319	1	interruption	1.9	8
7	01.01.04	04:46:29	90	01.01.04	04:46:29	410	00:00:00.320	1	interruption	2.0	9
8	01.01.04	04:46:26	642	01.01.04	04:46:29	739	00:00:03.097	1	dip	12.0	6
9	01.01.04	04:46:30	258	01.01.04	04:46:30	598	00:00:00.340	1	interruption	1.8	11
10	01.01.04	04:46:29	988	01.01.04	04:46:30	967	00:00:00.979	1	dip	12.3	10
11	01.01.04	04:46:31	27	01.01.04	04:46:31	797	00:00:00.770	1	swell	292.3	12
12	01.01.04	04:46:32	707	01.01.04	04:46:32	939	00:00:00.232	1	interruption	2.1	14
13	01.01.04	04:46:33	548	01.01.04	04:46:33	876	00:00:00.328	1	interruption	2.0	15
14	01.01.04	04:46:31	857	01.01.04	04:46:34	256	00:00:02.399	1	dip	12.1	13
15	01.01.04	04:46:34	676	01.01.04	04:46:34	987	00:00:00.311	1	interruption	1.9	17
16	01.01.04	04:46:34	376	01.01.04	04:46:35	356	00:00:00.980	1	dip	13.9	16
17	01.01.04	04:46:35	936	01.01.04	04:46:36	247	00:00:00.311	1	interruption	1.8	19
18	01.01.04	04:46:35	606	01.01.04	04:46:36	984	00:00:01.378	1	dip	12.2	18
19	01.01.04	04:46:37	484					1	dip	192.9	20
20	01.01.04	04:46:19	930					2	interruption	0.8	0
21	01.01.04	04:46:19	930					3	interruption	1.0	1

Bild 15.14: Spannungsereignisse

Die Tabelle kann durch den Menübefehl *Bearbeiten - Daten kopieren* in die Zwischenablage kopiert werden.